FILO:UBA
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Buenos Aires

La semántica del léxico especializado

Los términos en textos de ecología

Autor:
Kuguel, Inés
Tutor:
Cabré, María Teresa

2006

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Doctor de la Universidad de Buenos Aires en Letras

Posgrado

FILO:UBA
Facultad de Filosofía y Letras

FILODIGITAL
Repositorio Institucional de la Facultad de Filosofía y Letras, UBA

Tesis 12-7-1

Facultad de Filosofía y Letras

Universidad de Buenos Aires

FACULTAD de FILOSOFIA y LETRAS
Nº 327.111 MESA DE
31 MAY 2006
Agr. ENTRADAS

LA SEMÁNTICA DEL LÉXICO ESPECIALIZADO: LOS TÉRMINOS EN TEXTOS DE ECOLOGÍA

Inés Kuguel

Tesis de doctorado

Mayo de 2006

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Posgrado

Directora: María Teresa Cabré

Codirectora: Guiomar Elena Ciapuscio

Consejero de estudios: Roberto Bein

TESIS 12-7-1

ÍNDICE TEMÁTICO

Introducción 1

1. Capítulo 1: Marco teórico 7
1.1. Estado de la cuestión 7
1.1.1. La Teoría Comunicativa de la Terminología 8
1.1.2. La Socioterminología 10
1.1.3. La Teoría Sociocognitiva de la Terminología 12
1.1.4. Terminología e Informática 13
1.1.5. La Teoría Comunicativa de la Terminología 15
1.1.6. Texto y Terminología 17
1.2. Marco teórico 19
1.2.1. La Teoría Comunicativa de la Terminología 19
1.2.2. El modelo textual de múltiples niveles 21
1.2.3. El Léxico Generativo 23
Conclusiones 25

2. Capítulo 2: Metodología 26
2.1. Principios metodológicos 26
2.2. La constitución del corpus textual 27
2.3. El relevamiento de las unidades léxicas especializadas 30
2.4. El análisis de las unidades léxicas en los textos 32
Conclusiones 35
Apéndice del capítulo 2 36

3. Capítulo 3: Los textos especializados 43
3.1. Los niveles textuales 43
3.1.1. La situación 44
3.1.2. La meta comunicativa 45
3.1.3. El contenido semántico 46
3.1.4. Los recursos formales 49
3.2. El corpus de textos de ecología 50
3.2.1. El nivel situacional 50
3.2.2. El nivel funcional 54
3.2.3. El nivel del contenido semántico 59
3.2.3.1. Dominio, tema y despliegue temático 59
3.2.3.2. Redes conceptuales 69
3.2.4. El nivel formal 78
Conclusiones 83

4. Capítulo 4: El léxico especializado 85
4.1. El modelo del Léxico Generativo 85
4.2. El léxico especializado en limnología 90
4.2.1. Entidades 91

TESIS 12-7-1

4.2.1.1. Entidades contenedoras 92
4.2.1.2. Entidades contenidas 96
4.2.1.3. Entidades indicadoras 100
4.2.2. Eventos 104
4.2.2.1. Eventos de cambio de estado 104
4.2.2.2. Eventos naturales y funcionales 108
4.2.3. Cualidades naturales y funcionales 114
Conclusiones 120
Apéndice del capítulo 4 122

5. Capítulo 5: Condiciones pragmáticas y cognitivas de la configuración semántica de los términos 130
5.1. Condiciones cognitivas de la configuración semántica de los términos 130
5.1.1. Los conceptos 131
5.1.1.1. La noción de 'concepto' 131
5.1.1.2. Los conceptos especializados 132
5.1.2. Los conceptos en el dominio de la ecología 135
5.1.2.1. El agua: locativo natural 139
5.1.2.2. Las sustancias contenidas en el agua: indicadores naturales 140
5.1.3. La relación entre conceptos, términos y textos 147
5.2. Condiciones pragmáticas de la configuración semántica de los términos 149
5.2.1. Presuposición vs. explicitación 152
5.2.2. Especificación vs. subespecificación 155
5.2.3. La relación entre tipo de significado y tipo de texto 160
Conclusiones 162

6. Capítulo 6: Patrones de activación del significado especializado 163
6.1. La noción de 'patrón' 163
6.2. Patrones de activación de los significados especializados 'contenedor' y 'contenido' 165
6.3. Patrones de activación del significado especializado 'indicador' 167
Conclusiones 170

Conclusiones finales 172

Bibliografía 180

Anexos 196

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 2.1. 31
Figura 2.2. 33
Figura 3.1. 70
Figura 3.2. 70
Figura 3.3. 71
Figura 3.4. 71
Figura 3.5. 73
Figura 3.6. 74
Figura 3.7. 77
Figura 4.1. 86
Figura 4.2. 87
Figura 4.3. 87
Figura 4.4. 95
Figura 4.5. 121
Figura 5.1. 138
Figura 5.2. 146
Figura 5.3. 149

Cuadro 3.1. 49
Cuadro 3.2. 52
Cuadro 3.3. 53
Cuadro 3.4. 57
Cuadro 3.5. 63
Cuadro 3.6. 64
Cuadro 3.7. 65
Cuadro 3.8. 67
Cuadro 3.9. 80
Cuadro 3.10. 81
Cuadro 4.1. 93
Cuadro 4.2. 93
Cuadro 4.3. 94
Cuadro 4.4. 113
Cuadro 4.5. 113
Cuadro 5.1. 155

AGRADECIMIENTOS

No fue poco el tiempo que pasó desde que comencé a transitar el camino que me condujo a esta tesis. Por eso, son muchas las personas y las instituciones de las que recibí ayuda y a las que me gustaría agradecer.

Para empezar quiero agradecer a Andreína Adelstein y a Laura Kornfeld.

A Andreína, mi pseudo hermana postiza, porque gran parte de lo que hago y lo que soy profesionalmente se lo debo a ella. Y porque la afinidad que sentimos en cuanto a los que nos gusta de la lingüística le ha dado y le sigue dando una gran cuota de alegría a nuestro trabajo cotidiano. A Laura, con quien discutir de lingüística es algo realmente fascinante, porque su enorme inteligencia es para mí un desafío estimulante que me llena de ganas de seguir investigando más y mejor y me da las energías para hacerlo.

He tenido la suerte de contar con dos directoras de lujo: Teresa Cabré y Guiomar Ciapuscio.

A Teresa quiero agradecerle por su entusiasmo contagioso y por haberme abierto las puertas del Instituto de Lingüística Aplicada de la Universidad Pomeu Fabra en donde pude conocer a investigadores y teóricos de la terminología de los que aprendí mucho. Y también, porque aun a la distancia, supo ofecerme el equilibrio de libertad y orientación que me permitieron llevar a cabo esta investigación.

A Guiomar le agradezco por la paciencia que tiene conmigo y por todo lo que me enseñó, no solo acerca de lingüística sino también acerca de lo que significan la seriedad y el rigor académicos. Le agradezco también por sus lecturas tan enriquecedoras, por la guía que supo darme cuando me estancaba y por haberme permitido compartir todos sus conocimientos. De hecho, el análisis de los textos de especialidad que se presenta en la tesis no habría sido posible sin su colaboración.

El Instituto de Lingüística de la Facultad de Letras de la Universidad de Buenos Aires, en donde empecé a desempeñarme como investigadora, ha sido una institución crucial en mi carrera. A lo largo de los años en que trabajé allí, conocí a personas sumamente valiosas que me ayudaron mucho. En particular, quiero agradecer a Roberto Bein, mi consejero de estudios, por recordarme siempre la dimensión ideológica de esta tarea y por su disposición a ayudarme en todo momento.

Del Instituto del Desarrollo Humano de la Universidad de General Sarmiento he recibido un fuerte apoyo para desarrollar proyectos de investigación que han sido indispensables para elaborar esta tesis. Son muchas las personas que me han ayudado, sobre todo, mis compañeros del área de Lingüística, a quienes quiero agradecer por el aporte que representó para mí haber compartido con ellos la tarea de investigación en estos los últimos años.

Igualmente valiosos fueron los aportes del grupo de investigadoras de TERMTEX, con quienes compartimos varios proyectos, porque sus comentarios y observaciones aportaron mejoras a mi investigación.

Decididamente, esta tesis no habría sido posible sin la ayuda de Anita Zalts y Griselda Alsina, mis dos asesoras especialistas, que respondieron a todas mis preguntas con una excelente disposición y una paciencia infinita. Lo poco que sé sobre ecología se lo debo a ellas, de modo que los errores relativos a ese campo de conocimiento que pueda haber son exclusiva responsabilidad mía.

En lo que refiere a su forma final, esta tesis no habría existido sin la ayuda (nuevamente) de Laura Kornfeld. La calidad de sus ideas, la generosidad con que las comparte y su calidez como persona me salvaron en muchos momentos y fueron esenciales para el armado de esta tesis. Quiero agradecerle, además, su ayuda en el proceso mismo de escritura y el aliento que supo darme en todo el tiempo.

Suele pensarse que la investigación es una tarea solitaria y con muy pocas recompensas. Y de hecho es así. Sin embargo, en este momento, no puedo evitar recordar cómo de chica lo miraba a mi viejo sentado horas frente a sus papeles. Los gestos que se iban dibujando en su rostro, la intensidad de su concentración, por momentos el enojo o una media sonrisa en sus labios, me enseñaron –incluso mucho antes de saber lo que significaba realmente– que la investigación científica puede ser algo placentero. Quiero agradecerle a mi padre por eso y me gustaría poder contarle que me di cuenta de que, cuando todo alrededor se torna oscuro y difícil, esta tarea –tan extraña para algunos, tan familiar para mí– puede ser, también, un refugio.

Finalmente, quiero a agradecerle a mi familia por el aguante. A Irina por su risa cálida, a Arturo por su tierna curiosidad, a Demetrio por su contención llena de lucidez y por todo siempre. A los tres, porque el amor que siento por ellos y de ellos es lo mejor que tengo.

... repitiu-o até perder a conta das vezes, até sentir que uma vertigem o lançava para fora de si mesmo, até deixar de compreender o sentido do que estava a dizer, então pronunciou a palavra forno, a palavra alpendre, a palavra barro, a palavra amoreira, a palavra eira, a palavra lanterna, a palavra terra, a palavra lenha, a palavra porta, a palavra cama, a palavra cemitério, a palavra asa, a palavra cântaro, a palavra furgoneta, a palavra água, a palavra olaria, a palavra erva, a palavra casa, a palavra fogo, a palavra cão, a palavra mulher, a palavra homem, a palavra, a palavra, e todas as coisas deste mundo, as nomeadas e as nao nomeadas, as conhecidas e as secretas, as visíveis e as invisíveis, como un bando de aves que se cansasse de voar e descesse das nuvens, foram posando pouco a pouco nos seus lugares, preenchendo as ausências e reordenando os sentidos.

José Saramago, "A caverna"

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Esta tesis se propone contribuir a una caracterización semántica del léxico a partir del análisis ejemplar de las unidades léxicas empleadas en un corpus de textos especializados en ecología. La relevancia de la investigación que se presenta radica en que se aborda un tema propio de la terminología, una disciplina que ha merecido un escaso tratamiento en nuestro país, sobre todo desde la perspectiva lingüística con la que es encarada aquí. En este sentido, esta tesis procura cubrir un vacío respecto de los estudios de semántica especializada en español y, también, respecto de la caracterización de los textos científicos producidos en esta lengua en el ámbito de la ecología.

De este modo, a lo largo de los seis capítulos que conforman este trabajo se intenta responder una serie de preguntas que podrían formularse de la siguiente manera: ¿en qué consiste el significado especializado?, ¿cómo puede describirse y explicarse?, ¿cómo influyen los textos –según el dominio en que fueron producidos y su grado de especialización– en la configuración semántica de las unidades léxicas empleadas en ellos?; finalmente, a partir de los resultados obtenidos, ¿es posible extraer generalizaciones respecto de los contextos en que el significado especializado se configura?

Estas preguntas vinculan el problema que intenta resolver esta tesis con una larga tradición que incluye, desde los estudios del léxico y los lenguajes de especialidad, a autores como Eugen Wuster, Alain Rey, Lothar Hoffmann o Juan Carlos Sager, pero también, desde la perspectiva filosófica, la teoría de los conceptos, que puede rastrearse en los textos de Gottlob Frege, Hilary Putnam y Jerry Fodor, al igual que autores como Eugenio Coseriu, Alan Cruse y Ray Jackendoff desde la semántica lingüística.

Teniendo en cuenta los múltiples despliegues y las diversas aproximaciones del tema seleccionado, gran parte del esfuerzo se ha volcado en acotar el objeto de estudio, procurando reflejar, desde una perspectiva lingüística, la complejidad inherente a los significados

especializados, e intentando capturar las estrechas relaciones que existen entre léxico y texto. En efecto, dado que se trata de una investigación sobre las palabras o, más bien, sobre los significados de las palabras en contexto, debe partir, necesariamente, de los textos en los que estos significados se activan. Por tal motivo, los resultados alcanzados apuntan a dar cuenta no solo de la configuración semántica del léxico de especialidad sino también de las características propias del texto especializado. Por ello, las conclusiones que se extraen constituyen un aporte al establecimiento de una distinción de naturaleza semántica entre los términos en tanto unidades léxicas utilizadas por los especialistas y las palabras en tanto unidades del léxico común.

La perspectiva lingüística adoptada para estudiar los términos es coherente con los nuevos enfoques de la terminología, que en lugar de basarse en postulados a priori acerca de la naturaleza "especial" de los términos, como las teorías tradicionales, parten de la descripción lingüística de los datos, de modo de caracterizar lo específico de estas unidades del lenguaje natural que se emplean en situaciones de comunicación especializada.

El trabajo de investigación aquí presentado se ubica, así, en el marco de la Teoría Comunicativa de la Terminología (TCT), uno de cuyos principios, el de la circularidad entre la teoría y las aplicaciones, plantea que, así como toda tarea debe basarse en fundamentos teóricamente coherentes y metodológicamente adecuados, del mismo modo todo trabajo aplicado debe redundar en una revisión y ampliación de la teoría. En este punto, adoptar el modelo semántico del Léxico Generativo y articularlo con una teoría textualista de múltiples niveles no solo ha permitido ofrecer un análisis detallado de los términos en sus contextos naturales de uso, sino que también ha dado lugar a una propuesta de integración que procura enriquecer a la TCT desde el punto de vista teórico y metodológico. Asimismo, esta investigación se propone como un aporte a la semántica léxica a partir de un estudio que, por estar acotado a un conjunto de palabras provenientes de textos producidos en un ámbito científico, permite controlar las posibles variables contextuales que impactan en la configuración semántica del léxico.

Por su parte, la elección del dominio de la ecología responde a ciertos factores previsibles en cuanto al modo en que cada colectivo científico expresa sus saberes. Tal como afirma Alain Rey (1998), se pueden distinguir cuatro grandes grupos de disciplinas según el modo en que organizan su vocabulario. La terminología de las ciencias hipotético-deductivas "puras" se basa centralmente en juicios analíticos y se encuentra fuertemente convencionalizada (piénsese, por ejemplo, en el término *sumatoria*, en matemática o *negación*, en lógica). Por su

parte, los términos de las disciplinas técnicas, con una meta funcional, se corresponden con objetos construidos y operaciones inscriptas en un proceso (*microprocesador*, *soldadura*). Otros ámbitos especializados tienen una terminología vinculada con discursos de interpretación, organización y normalización de las relaciones interhumanas, como en la religión, la política o el derecho (*pecado*, *inimputabilidad*). Finalmente, la terminología de las ciencias en las que interviene la relación entre un sujeto y los objetos que se le revelan mediante la observación, se basan principalmente en juicios sintéticos; dentro de ellas se distinguen las ciencias del hombre o ciencias sociales (*signo*, *plusvalía*) y las ciencias de observación de lo no humano o ciencias naturales (*felino*, *bacteria*). Entre ellas, la diferencia terminológico-conceptual principal consiste en que mientras las ciencias sociales suelen establecer tantas terminologías como teorías (o incluso teóricos), las ciencias naturales –entre las que se encuentra, precisamente, la ecología– tienden a la unificación de paradigmas.

Planteados así el tema y el objetivo general de explicar la peculiaridad semántica de los términos de ecología en situaciones reales de comunicación, la investigación se ha propuesto lograr, además, objetivos más específicos. Por un lado, se diseña aquí una tipología capaz de caracterizar textos especializados del dominio, establecer sus grados de especialización y dar cuenta de su estructuración conceptual. Por otro lado, se formula una propuesta de organización de los factores que intervienen en la determinación del significado especializado y de su realización, según el tipo de texto, con el fin de explicar su configuración semántica en contexto.

Para alcanzar estos objetivos, se adoptan, como ya se ha adelantado, los principios de la Teoría Comunicativa de la Terminología (Cabré 1999, 2003), a los que se suman un modelo semántico, adecuado para describir y explicar la configuración semántica de las unidades léxicas a partir de los sentidos generados en contexto, y un modelo textualista, que da cuenta de los aspectos situacionales, funcionales y de los formales de los textos.

En el marco de la Teoría Comunicativa de la Terminología, se parte del supuesto de que la unidad terminológica es "una unidad léxica activada singularmente por sus condiciones pragmáticas de adecuación a un tipo de situación comunicativa particular" (Cabré 2001:24). De este supuesto surge la hipótesis general que ha orientado la investigación, que plantea que las unidades léxicas empleadas para vehicular conocimiento científico activan componentes de significado que se encuentran condicionados por factores cognitivos y pragmáticos propios de la comunicación especializada.

Con respecto a la activación de los componentes especializados del significado del léxico, esta tesis se sitúa en una perspectiva lingüística que afirma que la estructura semántica de un ítem léxico se encuentra configurada por los sentidos generados a partir de su empleo en un contexto determinado (Pustejovsky 1995a, 2001). Este enfoque resulta particularmente adecuado para un estudio de este tipo por dos razones. En primer lugar, porque del hecho de que el significado léxico se genera en contexto se sigue que éste es recuperable a partir del análisis del modo en que las unidades se combinan en la superficie textual. En segundo lugar, porque proponer una estructura semántica organizada a partir de la interrelación de los diversos aspectos que confluyen en el significado de una palabra permite capturar el significado especializado en toda su complejidad.

De los supuestos del modelo del Léxico Generativo, se deduce, entonces, que el particular entramado de inferencias conceptuales que caracteriza el conocimiento científico determina la configuración semántica del léxico especializado. Así pues, en ecología, los sentidos que constituyen los componentes de significado especializado centrales del dominio se activan principalmente en unidades léxicas que denotan clases naturales, y es posible sistematizar los contextos de activación de estos significados especializados.

Finalmente, respecto de los condicionamientos pragmáticos de activación del significado especializado, se parte del supuesto de que el contexto natural de empleo de las unidades terminológicas son los textos de especialidad, los cuales presentan subclases en función de su grado de especialización (Ciapuscio 1995-1999, 2003, Ciapuscio & Kuguel 2002). Sobre esta base, se postula que el modo en que se realizan los niveles situacional, funcional y semántico de los textos de especialidad impacta en la configuración semántica de las unidades léxicas, en el nivel formal. Consecuentemente, se afirma que el grado de especialización de los textos determina la complejidad de la terminología en cuanto a la cantidad y el tipo de componentes de significado activados en el léxico especializado.

* * *

La tesis está organizada en ocho partes: seis capítulos, las conclusiones y los anexos. El primer capítulo se abre con un estado de la cuestión que presenta un panorama de las diversas corrientes de la terminología actual: la Teoría General de la Terminología, la Socioterminología, la Teoría Sociocognitiva de la Terminología, los enfoques que vinculan la terminología con la informática, la Teoría Comunicativa de la Terminología y, finalmente, las

perspectivas que vinculan texto y terminología. A continuación se expone el marco teórico general de la investigación, que integra la Teoría Comunicativa de la Terminología con la Lingüística Textual de Múltiples Niveles y el Léxico Generativo. Estos dos modelos teóricos, que permiten dar cuenta de los diversos aspectos relacionados con la semántica del léxico de especialidad estudiado en contexto, se presentan de manera global en este primer capítulo y son retomados, en detalle, en los capítulos 3 y 4.

En el segundo capítulo se presenta la metodología adoptada para lograr el objetivo central de la tesis de formular hipótesis que den cuenta de la influencia del contexto en la configuración semántica del léxico especializado. Así pues, se exponen las tres etapas seguidas para llevar a cabo el trabajo empírico sobre un corpus de textos de especialidad: la caracterización de los textos que conforman el corpus, el relevamiento de las unidades terminológicas en los textos y la puesta en relación de éstas con sus contextos de aparición. Al final del capítulo se incluye un apéndice con los datos cuantitativos y los ejemplos de las encuestas tomadas a los especialistas que asesoraron en la extracción de términos de los textos.

El tercer capítulo se centra en el análisis de los textos que constituyen el corpus que sustenta empíricamente la tesis. En la primera sección (3.1.) se exponen las cuatro dimensiones –situación, función, contenido semántico y recursos formales– que conforman el modelo teórico-metodológico de múltiples niveles empleado para caracterizar los textos, y en la segunda sección (3.2.) se aplica la tipología propuesta al análisis de cada uno de los textos del corpus. Los aspectos analizados en los niveles situacional, funcional, semántico y formal se ilustran mediante cuadros y figuras intercaladas a lo largo del capítulo. En la parte final (3.3.) se exponen las conclusiones empíricas y teóricas que surgen de la caracterización textual realizada.

En el cuarto capítulo se lleva a cabo el análisis semántico de los términos extraídos del corpus. En la primera sección (4.1.) se expone el modelo teórico del Léxico Generativo, adoptado para caracterizar la configuración semántica las unidades terminológicas, y en la segunda sección (4.2.) se aplica este modelo al análisis de las unidades que denotan entidades, eventos y cualidades, con el fin de estipular los significados especializados propios del dominio de la limnología. En la tercera parte del capítulo (4.3.) se propone una organización de las unidades léxicas con valor terminológico, que surge de las conclusiones obtenidas a partir de la caracterización semántica realizada. Al final se incluye un apéndice con los listados de términos y los cuadros de frecuencia por texto de cada tipo.

En el quinto capítulo se exponen los resultados de la puesta en relación entre los textos y las unidades terminológicas, con el fin de explicar las particularidades semánticas de las unidades y postular las condiciones pragmáticas de activación del significado especializado. En la primera parte (5.1.) se expone cómo el particular entramado de inferencias conceptuales que caracteriza al conocimiento científico impacta en la función cognitiva de los textos de especialidad y, por consiguiente, en el léxico empleado en ellos. En la segunda parte (5.2.) se explica por qué el modo en que se realizan los niveles situacional, funcional y semántico de los textos de especialidad determina la configuración semántica de las unidades léxicas, en el nivel formal.

En el sexto capítulo, que se concentra en la implicaciones de los resultados obtenidos en los capítulos precedentes, se proponen los patrones de activación semántica que sistematizan los diferentes contextos en los que se genera el significado especializado en el dominio de la ecología.

Por último, en las conclusiones se recapitulan las conclusiones parciales de cada capítulo, tras lo cual, se exponen los aportes teóricos y metodológicos que se desprenden del estudio llevado a cabo así como las posibles aplicaciones prácticas que se derivan de la investigación realizada.

La tesis se cierra con la bibliografía y los anexos, que contienen los textos del corpus completos y las encuestas tomadas a las especialistas en ecología.

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta, en primer lugar, un estado de la cuestión centrado en las diversas corrientes de la terminología actual. A continuación se expone el marco teórico general de la investigación, que integra la Teoría Comunicativa de la Terminología con la Lingüística Textual de Múltiples Niveles y el Léxico Generativo. Estos dos modelos teóricos, que permiten dar cuenta de los diversos aspectos relacionados con la semántica del léxico de especialidad estudiado en contexto, se presentan aquí y son retomados, en detalle, en los capítulos 3 y 4.

1.1. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Una mirada histórica del tratamiento lingüístico recibido por las unidades léxicas que vehiculan conocimiento especializado permite observar que éstas eran excluidas de las teorías léxicas debido a que eran concebidas como "no-palabras" en virtud del carácter onomasiológico de su tratamiento, su caracterización como unidades mononímicas o su pertenencia estricta a un ámbito científico. Así, por ejemplo, para Coseriu "las terminologías no pertenecen al lenguaje ni, por consiguiente, a las estructuraciones léxicas del mismo modo que las palabras usuales. (...) Los términos se definen con respecto a las 'cosas' designadas, mientras que los significados de lengua los define la semántica estructural por las oposiciones en las que funcionan en la lengua correspondiente" (Coseriu 1987:176, 181). Sin embargo, la terminología constituye actualmente uno de los objetos de análisis tanto de la lingüística teórica como de la aplicada, debido, principalmente, al interés por la comunicación especializada surgido en el marco de la planificación lingüística, del estudio de la traducción y de la lingüística computacional. La orientación hacia la planificación lingüística considera que la terminología es una de las claves fundamentales de una lengua, en la medida en que uno de sus objetivos fundamentales es favorecer las creaciones en la lengua propia frente a la

terminología importada de países tecnológicamente dominantes. Tanto esta orientación como el trabajo terminológico vinculado con organizaciones internacionales, necesitan normalizar la terminología para traducir. Así pues, no solo los países institucionalmente bi- o multilingües sino también las organizaciones plurilingües internacionales promueven la fijación de equivalencias terminológicas en distintas lenguas que sirvan de punto de referencia para el traductor. La lingüística computacional, por su parte, ha puesto en foco la terminología con el fin de elaborar productos vinculados con el procesamiento del lenguaje natural que asistan a la traducción, mediante la gestión de bases y ontologías, y a redacción y extracción de información de textos con propósitos específicos.

1.1.1. La Teoría General de la Terminología

El trabajo terminológico surge junto con el nacimiento de la ciencia moderna, asociado a la necesidad de los técnicos y de los científicos de normalizar denominativa y conceptualmente sus disciplinas con vistas a garantizar la comunicación profesional y la transferencia de conocimientos. Sin embargo, la sistematización de la terminología como disciplina y como práctica organizada y regulada por una normativa de trabajo –vinculada con el fuerte desarrollo industrial y científico de mediados del siglo XX– es bastante reciente.

Al reflexionar acerca de cómo surgen los términos, Juan Carlos Sager plantea que nacen para corregir la poca precisión que tienen las palabras en la comunicación cotidiana, a partir del acuerdo entre especialistas que realizan una conceptualización en un ámbito de conocimiento específico. En tal sentido, explica Sager: "Si bien las representaciones generales son herramientas esenciales para la comunicación y la comprensión, no son suficientes para desarrollar todos los pensamientos de los que somos capaces. El científico emplea primero las representaciones que encuentra en el lenguaje cotidiano, que están fijadas en forma de palabras, y luego modifica y enriquece sus intensiones creando conceptos que se representan mediante términos. Los términos y las definiciones que expresan los resultados de las investigaciones son, justamente, el fin –y no el comienzo– de la tarea científica" (Sager 1998/1999: 50).

La teoría terminológica más ampliamente conocida, la que ha inspirado la mayoría de los trabajos realizados y ha extendido su influencia fuera de Europa (sobre todo hacia Europa del este), es la Teoría General de la Terminología (TGT). Este enfoque de la terminología surge de la sistematización de los métodos de estandarización de términos, propuesta por Eugen Wüster y expuesta en *Introducción a la Teoría General de la Terminología*, obra basada en

las clases que dictara Wüster en la Universidad de Viena entre 1972 y 1974, editada por Helmut Felber en 1979.

La característica más relevante de la TGT es que centra la atención de la terminología en los conceptos, y orienta los trabajos terminológicos hacia la normalización de términos y nociones. Los términos son considerados entidades semióticas que sirven para transmitir conceptos científicos y técnicos; los conceptos, por su parte, pertenecen siempre a un área de conocimiento y están claramente delimitados mediante definiciones. Según la propuesta wüsteriana, la actividad terminológica consiste en la recopilación de conceptos y de términos para la normalización de los términos de especialidad. La normalización, aquí, es entendida como la fijación de nociones y denominaciones estandarizadas, y los términos se definen como las unidades integradas por la asociación de un concepto y una denominación, propias de la ciencia y de la técnica.

Para Wüster, el objetivo central de la tarea terminológica era asegurar la univocidad de la comunicación profesional, fundamentalmente en el plano internacional. En su *Introducción...*, el austríaco afirma que "en terminología, con la tremenda productividad de conceptos y términos, una evolución libre de la lengua llevaría a una confusión intolerable. Para evitar esta situación [...] los terminólogos empezaron a unificar, por consenso, algunos conceptos y términos. Esta unificación también se denomina *norma*" (Wüster 1979: 23).

Ahora bien, a partir del gran avance del conocimiento científico y técnico en las dos últimas décadas del siglo pasado surgieron nuevas necesidades informativas y comunicativas vinculadas con la terminología que dieron lugar a una revisión crítica del enfoque clásico. Respecto de los problemas de la TGT para adecuarse a las nuevas necesidades resume Teresa Cabré: "Wüster desarrolló una teoría acerca de lo que la terminología debería ser para asegurar una comunicación plurilingüe no ambigua, y no acerca de lo que la terminología realmente es" (Cabré 2003: 167). De hecho, Wüster elaboró su teoría terminológica basándose en su experiencia como ingeniero y, más en particular, en los procesos de estandarización de objetos, procedimientos y medidas. Por otra parte, como esperantista convencido, Wüster pensaba que los especialistas de un campo del saber lo caracterizaban de igual manera independientemente de la lengua que hablaran y, por lo tanto, las únicas diferencias entre ellos radicaban en sus diversos modos de designar un mismo objeto.

A pesar del alcance –explícitamente– restringido con que nació, la TGT ha sido de gran utilidad en la estandarización industrial y la gestión documental, orientaciones ambas

vinculadas con los organismos de normalización internacionales, como ISO (International Standard Organization). De hecho, toda una rama de la terminología actual se basa en la TGT, ampliándola y poniéndola al día permanentemente (Arntz & Picht 1989; Budín 1996; Felber 1984; Galinski & Nedobity 1989; Picht & Draskau 1985) .

1.1.2. La Socioterminología

Uno de los principales impulsos por desarrollar una terminología distinta de la TGT provino de los estudios lingüísticos vinculados con la promoción del uso y la modernización de lenguas minoritarias y/o amenazadas, llevada a cabo por instituciones generalmente gubernamentales[1]. Un proceso de normalización de base sociolingüística no puede organizarse a partir del concepto de estandarización internacional, que prevalece en la TGT, puesto que privilegia el uso efectivo de los términos en los distintos ámbitos socio-profesionales. De este modo, la investigación surgida en este marco se centra en un examen lingüístico que tiene por objetivo promover terminologías naturales teniendo en cuenta el uso que puedan hacer de ella los distintos colectivos profesionales de una comunidad lingüística determinada. Así nace la socioterminología, a fines de la década del '80, íntimamente ligada con la sociolingüística y la neología, inspirada en los trabajos de Jean-Baptiste Marcellesi y Louis Guespin, y desarrollada, entre otros, por François Gaudin (Francia), Yves Gambier (Finlandia), Pierre Auger, Jean-Claude Boulanger y Louis-Jean Rousseau (Quebec).

En lo que refiere a la necesidad de estandarizar los términos, la socioterminología plantea que "La normalización terminológica es un objetivo legítimo, pero requiere el dominio de numerosos factores. Cuando descuida la realidad de las prácticas lingüísticas se efectúa al margen de las lenguas reales. Para tener éxito, una operación de normalización terminológica debe realizar un diagnóstico glotopolítico claro y tener en cuenta las condiciones de producción de los discursos científicos y la evolución de las relaciones entre ciencia y técnica; las condiciones de comunicación en la transferencia de saberes y tecnologías; las formas que reviste el conflicto lingüístico, inevitable, en los países involucrados" (Guespin & Larrousi 1989: 20).

La socioterminología surge de la tarea de ordenamiento lingüístico (*aménagement linguistique*) en comunidades profesionales, teniendo en cuenta que, detrás de los términos, hay locutores que son miembros de una comunidad lingüística y pertenecen a un cuerpo

[1] Tales son los casos, por ejemplo, del Centre de Terminologia de Catalunya (TERMCAT) o de l'Office de la Langue Francaise, en Québec.

social, locutores que trabajan, que se expresan en diferentes situaciones de comunicación según sus actividades profesionales y los roles que ocupan en la sociedad, locutores que comparten igualmente un conjunto de representaciones ideológicas frente al la lengua, que a menudo orienta sus opciones elecciones lingüísticas. A partir de ello, quienes adhieren a la socioterminología proponen construir un modelo lingüístico polinormado –y, por lo tanto, variacionista– de la terminología, basándose en un examen lingüístico de las terminologías en uso, de modo de determinar las cualidades lingüísticas intrínsecas de los términos que poseen un potencial de naturalización (*implantabilité*). En tal sentido, afirma Auger: "La terminología debe aceptar la variación lingüística que se confirma en la vida cotidiana de la empresa y de los individuos que allí trabajan. Debe gerenciar, además, esta variación, evitando tanto la imposición generalizada de formas estándar importadas del exterior como el reconocimiento normativo de todas las formas en uso en un medio de trabajo. Más que llegar a describir solamente los usos, el terminólogo debe aprender a orientar sus usos sobre bases pluralistas, consensuadas y realistas, obtenidas de estudios sociolingüísticos contemporáneos" (Auger 1994: 56).

Una variante específica de esta normalización respetuosa del uso que propone la socioterminología es el enfoque centrado en un esquema de normalización de corte sociocultural, surgido en países con procesos de democratización y "descolonización" recientes, tales como los africanos. En este marco, Antia plantea que "En la actualidad, en la mayor parte de África, las lenguas oficiales de origen europeo solo son habladas por el 30% de la población. [...] Las lenguas coloniales ya no pueden seguir siendo el único medio de discurso en las instancias de representación política. Resulta urgente respaldar las políticas en pos de una democracia estable y participativa con una expansión de la terminología en las lenguas vernáculas" (Antia 2000: xxii). La idea principal es que en los países cuya cultura propia está lejos de coincidir con la cultura dominante del mundo industrializado, la normalización debe realizarse sobre la base de adaptar la cultura propia a la cultura internacional, preservando los elementos culturalmente positivos de la cultura autóctona y rechazando los conceptos ancestrales antiequitativos, para poder establecer una comunicación más amplia para el desarrollo cultural, social y económico de estas sociedades. En esta línea dice Diki-Kidiri: "Nuestra aproximación a la terminología se sitúa en el contexto de la ordenación de las lenguas africanas, en su instrumentalización para hacerlas aptas para expresar las realidades modernas, en particular, aquellas que no existían o no eran preponderantes en el mundo tradicional ancestral africano" (Diki-Kidiri 1999: 61).

1.1.3. La Teoría Sociocognitiva de la Terminología

Otra serie importante de investigaciones terminológicas ha surgido de poner en tela de juicio el tratamiento que la Teoría General de la Terminología hace de la noción de 'concepto'. En la mayoría de los casos, se discute la rigidez de la concepción tradicional, a la luz de los aportes de las nuevas teorías del conocimiento. Así, Zawada & Swanepoel (1994), por ejemplo, ofrecen evidencias –basadas en un análisis del dominio de la mineralogía– acerca de la inadecuación empírica que muestra TGT para la descripción de conceptos. por su poca flexibilidad a la hora de clasificar relaciones conceptuales o de caracterizar conceptos que pueden recibir múltiples interpretaciones dentro de un dominio. Tanto estos autores como Weissenhofer (1995) revisan la teoría clásica desde la perspectiva de la teoría del prototipo. Éste último integra, además, elementos de morfología para dar cuenta del comportamiento conceptual y las relaciones entre los constituyentes de términos complejos a partir de un estudio de la terminología del béisbol. Sager, por su parte, quien dedicó parte de su investigación a la clasificación de los conceptos (cfr. Sager & Kageura 1994), toma en cuenta los aspectos funcionales de la terminología para precisar la distinción cognoscitiva entre palabras y términos. Para este autor, los términos son elegidos y construidos deliberadamente por los especialistas para designar conceptos que han decidido distinguir de modo que su referencia sea lo más concisa posible (Sager 2000: 55, 56). Siguiendo esta misma idea, Luis Fernando Lara afirma que "los conceptos propios del conocimiento científico y de la tecnología son el producto de esfuerzos discursivos que se caracterizan por la intención de delimitar objetos de conocimiento y alcanzar precisión y eficiencia en la comunicación especializada" (Lara 1998/1999: 72). La principal crítica a la TGT del lexicógrafo mexicano se vincula con que ésta no considera la incidencia de los aspectos socioculturales de los términos en la conceptualización científica. Así, plantea que, como los términos provienen de actos de denominación que abstraen los valores culturales de los significados, pareciera que los términos no tienen carácter cultural. Pero, como asevera Lara, "no hace falta saber los significados de los vocablos originarios para darse cuenta de las reminiscencias mitológicas o conocer los homenajes a la historia de la ciencia para saber usar los nombres de la nomenclatura química"[2] (Lara 1999: 55). Aun así las asociaciones históricas en el vocabulario de la química o en el de cualquier otra disciplina dan a sus conocedores un contexto de referencia útil y provechoso. Entonces, el acto de significación es el mismo en la ciencia que en los otros órdenes de la vida; la diferencia importante, para Lara, está solamente en que "el

[2] Piénsese en *mercurio* o *mendelevio*, por ejemplo.

término se elabora a partir de una racionalidad científica que deslinda inmediatamente su abstracción y su interés universalista en relación a las lenguas particulares" (Lara 1999: 72).

Una de las propuestas más desarrolladas surgida de la crítica al tratamiento conceptual de la TGT proviene de Rita Temmerman, quien postula una teoría sociocognitiva de la terminología. Esta autora se basa en un estudio diacrónico de la biología y en investigaciones en lingüística cognitiva, llevadas a cabo por autores como como Lakoff, Taylor o Geeraerts, para señalar el rol central que tiene la metáfora en la organización del conocimiento científico (Temmerman 2000a y b) y el valor de la polisemia y las extensiones de sentido en la construcción de terminologías (Temmerman 1998/1999). De este modo, el sociocognitivismo se opone a la afirmación clásica que plantea que los términos nombran conceptos, para postular que los términos son motores en el proceso de comprensión, dado que unen un conocimiento nuevo con uno previo (Temmermann 1998/1999: 85). Asimismo, este enfoque cuestiona el principio tradicional de que es posible atribuirle a cada noción su lugar en una estructura conceptual lógica u ontológica, al afirmar que la comprensión es un evento estructurado: "una unidad de comprensión está estructurada de manera intra e intercategorial y funciona en el interior de modelos cognitivos" (Temmerman 2000b: 59).

1.1.4. Terminología e Informática

El estrecho vínculo de la terminología con la computación ya fue planteado por Wüster en 1974, respecto de los recursos de almacenamiento y recuperación de información (véase Cabré 1996b: 194). Sin embarbo, con los años, la relación entre informática y terminología se ha ido haciendo más compleja. De la constitución de bancos de datos terminológicos –pensados en su origen como grandes depósitos de información consultable–, se pasó a la automatización de actividades propias del trabajo terminográfico hasta llegar, en la actualidad, a la representación informatizada del conocimiento especializado. Hoy en día, el recurso informático más expandido en terminología son las bases de conocimientos terminológicos, formas híbridas entre la base de datos terminológicos y la base de conocimientos, que contienen información fuertemente estructurada acerca de los atributos y relaciones de los conceptos más información estrictamente lingüística, como marcas gramaticales, equivalentes en otras lenguas, etc. (Meyer *et al.* 1997: 109).

Los principales tópicos abordados por la rama computacional de la terminología en la actualidad son el procesamiento de diversos aspectos de los términos, como la detección de variación terminológica y la elaboración de mapas o redes terminológicos; el procesamiento y

las aplicaciones de naturaleza multilingüe, como el recurso a la terminología bilingüe en traducciones automáticas, y la incorporación del procesamiento terminológico en otro tipo de aplicaciones, como la respuesta a preguntas o la recuperación y la extracción de información de corpora textuales (Kageura *et al.* 2004).

Puesto que la especificidad de los términos radica fundamentalmente en los aspectos semánticos de las unidades léxicas empleadas en el discurso científico (cfr. 1.2.1. *infra*), los principales aportes de la informática al campo de la terminología provienen en la actualidad de los sistemas de tratamiento de información semántica del léxico. Éstos se pueden agrupar en dos tipos: los sistemas definidos a partir de un lenguaje formal de representación, en los cuales el usuario tiene que decidir cuál es la información lingüística relevante y cómo tiene que organizarse, además de construir la base de conocimiento léxico, y los sistemas concebidos como bases de datos, en los que las unidades léxicas ya se encuentran codificadas y relacionadas entre ellas a partir de vínculos preestablecidos, y en las que el usuario no interviene ni en el diseño ni en la construcción del sistema (Saurí *et al.* 2001). Tanto dentro del primer grupo como del segundo existen sistemas basados en el modelo teórico del Léxico Generativo (Pustejovsky 1995a)[3]. El sistema LKB (*Lexical Knowledge Base*), por ejemplo, adopta la noción de 'subespecificación' en la medida en que la decisión acerca del tipo conceptual de una unidad léxica se resuelve a partir de restricciones contextuales, evitando así la redundancia que supone consignar las distintas acepciones de una palabra como entradas independientes (Saurí *et al.* 2001: 265). En cuanto a las bases de datos léxicas, tanto CoreLex como SIMPLE toman como marco teórico el modelo del Léxico Generativo. CoreLex (Buitelaar 1998) contempla una serie de sustantivos en inglés, a partir de cuya descripción semántica es posible generar otras interpretaciones mediante mecanismos generales de inferencia. SIMPLE (Lenci *et al.* 2000), por su parte, es un proyecto que se propone codificar información semántica para el léxico de doce lenguas europeas. Ambas bases se presentan como mejoras de EuroWordNet en cuanto al tratamiento de la ambigüedad semántica, dado que la inclusión de la estructura de qualia[4] permite representar las múltiples acepciones de una unidad léxica manteniendo las generalizaciones subyacentes. Este tipo de enfoque ha sido

[3] Nos detenemos solo en estos casos puesto que se trata del modelo teórico adoptado en esta tesis para el tratamiento semántico del léxico (cfr. 1.2.3. *infra*). No obstante, existen desarrollos interesantes basados en la teoría de Grafos Conceptuales de Sowa, como el ULMS (*Unified Medical Language System*) o en el Modelo Lexemático Funcional, como ONCOTERM, basada en la ontología Microkosmos.

[4] Cfr. 1.2.3. *infra* y capítulo 4 para una explicación detallada de la estructura de qualia en el modelo del Léxico Generativo.

puesto a prueba y evaluado positivamente para la extracción de información tanto de obras lexicográficas (Pustejovsky *et al.* 1993, Pustejovsky & Boguraev 1994) como de corpus de textos especializados (Anick & Pustejovsky 1990; Johnston *et al.* 1995). Asimismo, ha servido de fundamento teórico para la elaboración de ontologías. Una ontología es un sistema de representación de conocimiento que reúne todos los conceptos de un dominio particular y, en tal sentido, puede entenderse como una representación formal de un campo especializado particular con su propia terminología (Feliu *et al.* 2002). Los sistemas EuroWordNet, CoreLex y SIMPLE, mencionados más arriba, contienen ontologías. En este último se propone un método para construir ontologías a partir de corpora (Busa *et al.* 2001), inspirado en el trabajo de Johnston *et al.* (1995), en el que se postulan mecanismos para extracción de ontologías locales en documentación técnica, sin la necesidad de presuponer conocimiento previo.

Así pues, tal como afirma Anne Condamines (1999), la evolución del tratamiento informático impactó en la terminología modificando drásticamente dos de sus principios más tradicionales. En primer lugar, lo prescriptivo perdió su importancia en favor de lo descriptivo. En segundo lugar, el método semasiológico, recuperado a partir del desarrollo de herramientas de análisis de grandes corpora, se impuso a la aproximación onomasiológica, acercando aún más la terminología a la lingüística. Por otro lado, el tratamiento del corpus obtuvo un papel central. El terminólogo depende más de la documentación que el lexicógrafo, quien puede confiar mucho más en su intuición lingüística; por ello, en la construcción de bases y sistemas de representación terminológicos el corpus es siempre fuente de datos y referencia obligada del dominio en cuestión (Meyer & Mackintosh 1996).

1.1.5. La Teoría Comunicativa de la Terminología

Dentro de las corrientes actuales de la terminología, la que está mejor articulada tanto en cuanto a sus principios teóricos como en los metodológicos, es la Teoría Comunicativa de la Terminología (cfr. 1.2.1. *infra*). Esta teoría ha logrado reconsiderar el carácter comunicativo de la terminología más allá de su normalización y, en consecuencia, ha recuperado el carácter lingüístico de los términos en tanto unidades del lenguaje natural, empleadas en situaciones reales de comunicación especializada.

Aun cuando sus orígenes pueden rastrearse en la revisión crítica de la TGT surgida de estudios vinculados con la planificación lingüística destinada a la normalización de la lengua catalana, la Teoría Comunicativa de la Terminología (TCT) –fruto de las investigaciones

llevadas a cabo en el Instituto de Lingüística Aplicada de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona bajo la coordinación de Teresa Cabré– constituye hoy en día una propuesta amplia y novedosa de principios teóricos, metodológicos y de aplicación. Según la TCT (Cabré 1999, 2001, 2003) la terminología es concebida como un área de investigación científica interdisciplinaria y transdisciplinaria, construida a partir de la aportación de las teorías del conocimiento, de la comunicación y del lenguaje, y, en tanto campo de conocimiento y de trabajo, puede ser abordada como teoría, como descripción y como aplicación. Esta concepción de la terminología permite abordar el término como un objeto "poliédrico" o multifacético, que puede ser estudiado desde múltiples perspectivas: las ciencias de la cognición, las ciencias de la comunicación, la lingüística, la filosofía, etc.

Desde la perspectiva lingüística, el objetivo de la terminología teórica es describir las unidades que pueden adquirir valor terminológico y dar cuenta de cómo lo activan (Cabré 2001). Desde este punto de vista, si bien el término se halla referencialmente vinculado a conceptos organizados de manera sistemática en un área del saber, en cuanto a su función comunicativa es susceptible de variar denominativa y conceptualmente al hallarse en relación con otras unidades léxicas en su contexto de aparición, en virtud de los distintos ámbitos de circulación discursiva.

Además del conjunto de principios teóricos y metodológicos postulados por Teresa Cabré (Cabré 1993, 1999, 2001a, 2003), cabe mencionar, entre los múltiples trabajos desarrollados en el marco de la TCT, las investigaciones en lengua catalana y castellana, orientadas a la extracción automatizada tanto de unidades de significado especializado (Estopà 2003), como de relaciones conceptuales (Feliu 2004), los resultados relativos a la caracterización de fraseología especializada (Lorente 2002), el análisis de la representación del conocimiento especializado en textos (Domènech 1998) y de los conceptos en bancos de datos terminológicos (Tebé 2002), la sistematización de principios teóricos y metodológicos para el trabajo terminológico (Cabré & Feliu (eds.) 2001) y la representación del valor terminológico (Adelstein 2004).

Otros aportes relevantes, cercanos teórica y metodológicamente a la TCT, son los llevados a cabo por el Proyecto TERMISUL, de la Universidad Federal de Río Grande del Sur, dirigido por Maria da Graça Krieger, y organizado alrededor de producciones terminográficas como el *Diccionario de Direito Ambiental: Terminologia das leis do meio ambiente* (1998) y el *Glossário Multilíngue Direito Ambiental: Terminologia dos Tratados* (2004). Este grupo reúne trabajos sobre el portugués de Brasil, relacionados con la especificidad de los términos,

su tratamiento informático, la definición terminográfica y la fraseología especializada (Krieger & Maciel 2001).

1.1.6. Texto y Terminología

La necesidad y la posibilidad de consultar gran cantidad de fuentes discursivas así como el requerimiento de analizar los términos en sus contextos comunicativos reales, han llevado a vincular la terminología actual con la lingüística del corpus y la lingüística textual, y a postular que los textos especializados constituyen el material primero de todo trabajo terminográfico (Kokourek 1992).

Esta línea de investigación, que vincula la terminología con el texto, se nutre de una importante tradición lingüística centrada en el estudio de las lenguas con propósitos específicos[5]. Una de las preocupaciones principales en este campo ha sido caracterizar y clasificar los textos producidos en situaciones de comunicación especializada, que, en una primera etapa eran concebidos como "sublenguajes". Así, Hoffmann (1982) define el lenguaje de especialidad como el conjunto de todos los recursos lingüísticos que se utilizan en un ámbito comunicativo –delimitable con relación a la especialidad– para garantizar la comprensión entre las personas que trabajan en este ámbito. En su clasificación de los lenguajes especializados, Hoffmann propone una estructuración horizontal, según las distintas especialidades, y una estratificación vertical, según el nivel de abstracción, la forma lingüística externa, el entorno y los participantes en la comunicación.

La propuesta de sublenguajes (que parecía razonable, sobre todo cuando se afirmaba en que había una sintaxis y un vocabulario restringidos) fue superada al constatarse que el lenguaje usado en cualquier dominio semántico es tan amplio como el de la comunicación cotidiana en cuanto a patrones gramaticales usados. De este modo, se abandonó la denominación de "lenguaje" y se comenzó a indagar acerca la especificidad del discurso científico sobre la base de otro tipo de fundamentaciones. Así pues, Lundquist (1991) plantea que lo que distingue a los textos para propósitos específicos es su dependencia de sistemas de acreditación, emanados de autoridades legales, de procedimientos tecnológicos y herramientas experimentales, o de la referencia a paradigmas y tradiciones científicos; que la producción de este tipo de textos plantea la división del conocimiento en experto y no experto, y que en

[5] Comúnmente referidas por la sigla inglesa LSP (*Language for Specific Purposes*).

cuanto a su organización interna se encuentran dominados por las pautas temáticas de cada disciplina.

Loffler-Laurian (1983), por su parte, reconoce seis tipos de discurso científico, según las características del emisor, del receptor y de la naturaleza del soporte del mensaje. Éstos son el discurso científico especializado, el de semi divulgación, el de divulgación, el pedagógico, el de tipo memoria o tesis y el oficial. Por otro lado, Leičik (1993) propone tres grupos textuales según se trate de textos que empleen términos consolidados y conocidos por el destinatario (textos de divulgación científica, por ejemplo), textos que definan términos (como los diccionarios especializados), o textos que postulen términos nuevos (en obras teóricas, por ejemplo).

Pearson (1998) propone adoptar herramientas propias de la lingüística del corpus y subraya la importancia de los textos al afirmar que solamente al examinar el contexto, en particular las situaciones comunicativas, es posible determinar si el lenguaje se está comportando terminológicamente o normalmente.

Finalmente, Slodzian promueve la construcción de una terminología textual. Esta autora dice que hoy en día resulta obvio que el trabajo científico está en gran parte constituido por el lenguaje y que el conocimiento científico en sí mismo no es otra cosa que información conceptual obtenida a partir de textos. Por ello, plantea que "hace falta salir del todo paradigmático de la terminología tradicional para pasar a un modelo híbrido, que integre la sintagmática, es decir, los términos en funcionamiento en los textos" (Slodzian 1995: 14). Puesto que todos los conocimientos pertinentes de un dominio están inscriptos en textos, la actividad de construcción de una terminología deviene, esencialmente, una tarea de análisis de corpus textuales y, por lo tanto, "es en el marco de una lingüística textual que deben ubicarse las bases teóricas de la terminología" (Bourigault & Slodzian 1999: 30).

El interés por la Lingüística Textual de orientación cognitivo-comunicativa (Beaugrande 1980, Beaugrande & Dressler 1997, Ciapuscio 2003, Heinemann & Viehweger 1991, Heinemann 2000), que es la adoptada en esta tesis (cfr. 1.2.2.), radica en que esta perspectiva teórica no solo toma en consideración los aspectos inherentes o microestructurales (estructuración y formulación) del texto (cfr. van Dijk 1978, 1985), sino que da cuenta también de la relación de mutuo condicionamiento que éstos mantienen con los aspectos macroestructurales (la situación comunicativa, las funciones y el contenido semántico). Por otro lado, es una aproximación teórico-metodológica que permite dar cuenta de la variedad de

los textos mediante la aplicación de tipologías que toman en cuenta el modo en que se instancian los parámetros de las distintas dimensiones textuales, así como también de la configuración conceptual, mediante la elaboración de las redes semánticas que organizan un determinado espacio textual.

Los principales trabajos consultados para caracterizar el corpus textual de la tesis provienen de las investigaciones llevadas a cabo por TERMTEX, un grupo conformado por investigadores de la Universidad de Buenos Aires y de la Universidad Nacional de General Sarmiento, coordinado por Guiomar Ciapuscio. Entre los aportes de TERMTEX, se cuentan trabajos en los que se propone una tipología de los textos de especialidad (Ciapuscio 2000, 2003, Ciapuscio & Kuguel 2002), en los que se indaga acerca de las peculiaridades funcionales de estos textos (Gallardo 2002) e investigaciones de base empírica sobre las relaciones entre texto y variación vertical (Ciapuscio 1999) y entre texto y variación denominativa (Kuguel 2003a).

1.2. MARCO TEÓRICO

Una de las tareas centrales del proceso de investigación llevado a cabo ha sido indagar qué teorías lingüísticas resultan adecuadas para abordar un estudio semántico del léxico especializado en textos de ecología, en el marco de la Teoría Comunicativa de la Terminología. Para organizar el marco teórico se tuvieron en cuenta tres factores considerados centrales necesarios para caracterizar la semántica de las unidades terminológicas: su estructura semántica, la vinculación que ésta tiene con la estructura cognitiva y el empleo de las unidades en contextos discursivos especializados.

1.2.1. La Teoría Comunicativa de la Terminología

Esta tesis adopta como marco general la Teoría Comunicativa de la Terminología (Cabré 1999, 2001, 2003), que parte de dos supuestos básicos. En primer lugar, la terminología es simultáneamente un conjunto de necesidades, un conjunto de prácticas para resolver tales necesidades y un campo de conocimiento. En segundo lugar, el objeto de estudio de la terminología son las unidades terminológicas.

Respecto del primer supuesto, Cabré (2003: 182-184) reafirma el hecho de que toda profesión vinculada con conocimiento especializado necesita de terminología; agrega que, en la medida en que produce aplicaciones destinadas a organizar y transmitir tal conocimiento, la terminología es también una aplicación, y concluye que, en tanto disciplina, la terminología es un conjunto organizado de principios básicos acerca del término, i.e. su objeto de estudio. En

cuanto a este objeto, la autora plantea que –al igual que las unidades léxicas generales– las unidades terminológicas son a la vez unidades de conocimiento, unidades de lenguaje y unidades de comunicación, y postula que son tres los conjuntos de condiciones que permiten establecer la distinción entre ellas. Desde el punto de vista cognitivo, las unidades terminológicas tienen un lugar preciso dentro de una estructura conceptual explícitamente determinada por una comunidad de expertos, quienes las emplean para organizar su conocimiento y comunicarlo. Desde la perspectiva lingüística, comparten las propiedades de las unidades léxicas y presentan algunas restricciones semánticas vinculadas con el dominio especializado en el que son empleadas. En cuanto al componente comunicativo, las unidades terminológicas ocurren en el discurso especializado, junto con unidades pertenecientes a los sistemas icónico y simbólico.

Partiendo de este carácter multifacético de la unidad terminológica, Cabré formula el modelo de las "puertas", según el cual cada una de las dimensiones –cognitiva, lingüística y comunicativa– permite un acceso directo al objeto de estudio. Esta autora postula que "El aspecto conceptual de una unidad (el concepto y sus relaciones) puede ser la puerta para describir y explicar las unidades terminológicas, sin negar su mulidimensionalidad. Del mismo modo, su aspecto lingüístico es otra puerta para la descripción, teniendo en cuenta que, lógicamente, aun cuando las analizamos como unidades lingüísticas, no pierden ni su naturaleza cognitiva ni su naturaleza social. Finalmente, si nos aproximamos a la terminología a través de la puerta de la comunicación, compartimos el espacio expresivo con otros sistemas de comunicación" (Cabré 2003:187).

La Teoría Comunicativa de la Terminología (TCT) se propone abordar el término por la puerta del lenguaje y, por lo tanto, desde la perspectiva de una teoría del lenguaje natural. Y puesto que la composición multidimensional no es algo distintivo de la unidad terminológica sino algo compartido por las unidades léxicas en general, la terminología debe dar cuenta de su especificidad.

El supuesto de partida que la TCT postula en este sentido es que el carácter terminológico de una palabra depende de su empleo en un contexto de comunicación especializada, es decir, un término es "una unidad léxica activada singularmente por sus condiciones pragmáticas de adecuación a un tipo de situación comunicativa particular" (Cabré 2001:24). Por lo tanto, la especificidad de las unidades terminológicas reside en el hecho de que se encuentran condicionadas en cada uno de sus componentes (el cognitivo, el gramatical y el pragmático) (Cabré 2003: 183).

Adoptar una perspectiva lingüística de la terminología en el marco de la TCT implica, entonces, asumir que el estudio del léxico de especialidad puede y debe abordarse desde un modelo lingüístico integrado, que tenga en cuenta el nivel de la actuación y pueda dar cuenta tanto del contexto inmediato –aspectos sintáctico-semánticos de la frase– en el que el término aparece, como del contexto global –aspectos situacionales y pragmáticos del texto– en el que el término es empleado. Esto es, un modelo que integre –sin ignorar los aspectos cognitivos del lenguaje– una teoría del discurso especializado y una teoría del léxico.

1.2.2. El modelo textual de múltiples niveles

En lo que hace al contexto discursivo, se ha adoptado un modelo de la lingüística textual que propone una organización modular de los diversos aspectos cognitivos involucrados tanto en la producción como en la comprensión. El conocimiento lingüístico, el conocimiento enciclopédico, el conocimiento accional y el conocimiento sobre clases textuales son los saberes puestos en juego por los hablantes al producir y comprender textos, y los que se corresponden con los distintos niveles de los modelos de análisis textual modulares o de múltiples niveles (Heinemann & Viehweger 1991, Heinemann 2000, Heinemann & Heinemann 2002, Weise 1993). Este tipo de modelos toma en cuenta el modo en que los textos concretos instancian cada uno de los niveles, para elaborar tipologías que sirven no solo para caracterizar sino también para establecer clasificaciones lingüísticamente fundadas. El término *clase textual*, asociado conceptualmente con el de *género*, acuñado por Mijaíl Bajtín, es empleado por la lingüística textual para referirse a las clasificaciones de los textos que realizan intuitivamente los hablantes de una comunidad lingüística, denominaciones cotidianas sin relación alguna con una teoría o descripción lingüística. Cuando se emplean herramientas teórico-metodológicas de la lingüística para clasificar los textos, lo que se proponen son *tipos textuales*, en tanto surgen de clasificaciones realizadas sistemáticamente, esto es, de tipologías textuales. Estas tipologías se organizan a partir de los distintos niveles o dimensiones: la situación, la meta comunicativa, el contenido semántico y los recursos formales[6].

En el marco de este modelo textualista, se parte del supuesto de que los diversos niveles textuales mantienen entre sí una relación de condicionamiento recíproco (Ciapuscio 2000), y que el análisis de un corpus mediante una tipología multidimensional permite caracterizar los textos de especialidad y también determinar subtipos, con fundamento lingüístico. Asimismo,

[6] Véase una exposición más detallada en el capítulo 3.

consideramos que esta investigación aporta evidencias respecto de la capacidad del enfoque textual para resolver ciertos problemas teórico-metodológicos de la terminología, ya planteada por Ciapuscio, y acordamos con esta autora en que "la relación entre los enfoques textuales y terminológicos en el estudio de los textos especiales no debe ser disyuntiva sino complementaria" (Ciapuscio 2003:43). En tal sentido, esta tesis aspira a reafirmar la necesidad de la complementariedad entre texto y término, también en el estudio de los términos. Por lo tanto, se ha recurrido a la lingüística textual de modo de contar con un corpus tipologizado en que el carácter especializado y el grado de especialización de los textos se encuentren cabalmente fundamentados en el momento de abordar el análisis de las unidades terminológicas que forman parte de los recursos léxicos.

Por otro lado, y en la medida en que los textos de especialidad son también unidades de representación del conocimiento científico, surgió la necesidad de contar con una base teórica que permitiera incorporar este aspecto cognoscitivo en la caracterización textual (cfr. van Dijk 1985, Kintsch 1996, Beaugrande & Dressler 1997).

Así pues, en lo que respecta a la noción misma de 'concepto', esta investigación se sitúa en un marco mentalista y contenidista (Fodor 1998, Jackendoff 1983, 2002), según el cual los conceptos son representaciones mentales complejas estructuradas[7]. Al analizar la vinculación entre la estructura conceptual de los textos de especialidad y la estructura semántica de las unidades léxicas especializadas, se profundiza en la caracterización de los conceptos especializados (cfr. 5.1.2.). En tal sentido, se postula que un concepto especializado presenta peculiaridades surgidas del tipo de vínculo que establece con su referente, es decir que más que un concepto "definido por una teoría", se trata de un concepto que se enlaza con determinadas propiedades vía una teoría. Esto es así puesto que el conocimiento científico se conceptualiza a través de una estructuración mediatizada por un esquema preestablecido de referencia que hace que cada concepto ocupe un lugar delimitado y definido en ese esquema (Cabré 1999:160).

Esta dimensión conceptual, que de hecho conecta la superficie lingüística con los referentes extralingüísticos, es analizada en el módulo del contenido semántico de los textos mediante las redes conceptuales. La noción de red conceptual es entendida aquí en el sentido en que la

[7] Una cuestión inevitablemente vinculada a la caracterización composicional del concepto es la naturaleza de los elementos que componen el significado. En esta tesis no me pronunciaré acerca de esta discusión –que Jackendoff (2002:334-9) presenta extensamente–, puesto que excede los objetivos propuestos. Baste nada más manifestar la intuición de que existirían ciertos primitivos conceptuales innatos, ligados esencialmente a nuestra constitución biológica, entre los que se encontrarían 'objeto', 'acción', 'arriba', 'adentro', por ejemplo.

plantea Beaugrande, desde un enfoque textualista (cfr. Beaugrande 1980 y Beaugrande & Dressler 1997). Para este autor, un texto no tiene sentido en sí mismo, sino gracias al conocimiento activado por las expresiones que lo componen, que van construyendo una continuidad de sentido. La continuidad de sentido está en la base de la coherencia, que regula la posibilidad de que los conceptos y las relaciones que subyacen bajo la superficie textual sean accesibles entre sí e interactúen de un modo relevante para construir el sentido global [8]. Esta organización subyacente –denominada "mundo textual"– es el correlato cognitivo de la configuración de conceptos activados en la mente de un usuario de textos a partir de la producción/comprensión de un texto en particular. En este contexto, los conceptos se activan en la mente y se proyectan en expresiones en la producción de textos, para luego ser recuperados nuevamente en la recepción. Entre los conceptos que aparecen reunidos en un mundo textual determinado se establecen vínculos que reciben una denominación según los conceptos que conectan. El conjunto de relaciones constituye, entonces, una red conceptual; es decir, un abanico de posibilidades de vinculación que delimita el uso efectivo de cada concepto en un texto dado.

1.2.3. El Léxico Generativo

Para abordar el análisis de los términos en los textos se adoptó el modelo del Léxico Generativo (Pustejovsky 1995a, 2000a, 2001)[9]. Éste fue seleccionado porque constituye un enfoque de la semántica léxica que permite dar cuenta de la estructura semántica de las unidades terminológicas considerando no solo su dimensión conceptual sino también el contexto en que se emplean. Además, al considerar los tres principios básicos que Pustejovsky toma en cuenta para tratar el significado, queda claro que la propuesta resulta teóricamente coherente con el enfoque lingüístico de la TCT. Estos principios son, en primer lugar, que el significado no se puede divorciar de la estructura que lo vehicula; en segundo lugar, que la semántica del lenguaje natural debe ser la imagen de principios organizativos conceptuales no lingüísticos, y, en tercer lugar, que la representación de la semántica léxica es solo uno de los muchos niveles en una caracterización de la estructura contextual (Pustejovsky 1995a).

[8] La coherencia, en este marco, es entendida no como un simple rasgo que aparece en los textos, sino más bien como un producto de los procesos cognitivos puestos en funcionamiento por los usuarios de los textos.

[9] Véase el capítulo 4 para una descripción más detallada.

Asimismo, esta teoría resuelve el problema tradicional de la multiplicidad de sentidos que puede adquirir una palabra. Por un lado, para una concepción del lenguaje como monomórfico, cada unidad léxica tiene un único tipo semántico y una única denotación, y la ambigüedad se explica mediante un listado con tantas entradas como significados haya. Por otro lado, la postura contraria consiste en partir de un lenguaje fuertemente polimórfico, según el cual no existe nada inherente al lenguaje que restrinja el significado de las palabras en contexto.

La tendencia predominante de la semántica de base composicional ha sido adoptar la primera concepción, esto es, tratar la ambigüedad como un listado de múltiples entradas léxicas. Pero una representación enumerativa de este tipo no puede dar cuenta del uso creativo de las palabras, ya que no permite caracterizar todos sus posibles significados en contexto. Por otro lado, tampoco puede expresar las relaciones entre los sentidos ni las varias realizaciones sintácticas (semánticamente relacionadas entre sí) que un sentido puede tener.

El modelo del Léxico Generativo adopta una concepción del lenguaje como débilmente polimórfico (Pustejovsky 1995a y b), en la que todos los ítems léxicos son semánticamente activos y las operaciones semánticas que determinan los tipos léxicos operan bajo restricciones bien definidas. De este modo, la semántica de una unidad léxica –tanto de las formas verbales como de las nominales[10]– puede definirse como una estructura compuesta de cuatro componentes, que contribuyen con un tipo diferente de información al significado de una palabra: la estructura argumental, la estructura eventiva, la estructura de qualia y la estructura de herencia.

En suma, este modelo presenta una serie de ventajas descriptivas y explicativas, en la medida en que la postulación de distintos niveles de significado relacionados entre sí supera los modelos de enumeración de rasgos ofreciendo un aparato potente tanto para la descripción del significado léxico como para la explicación de la activación de sentidos en contexto.

[10] Pustejovsky propone esta estructura semántica como válida para todas las categorías mayores y no solo para los verbos. De este modo, también los nombres pueden analizarse en función de los argumentos y los eventos que denotan (cfr. Pustejovsky 1991a: 410-411 y Pustejovsky 1995a: 141-182). Las herramientas que ofrece este modelo para analizar semánticamente los nombres resulta una ventaja importante para nuestra investigación, puesto que la categoría nominal es básica en los términos por su carácter eminentemente referencial.

CONCLUSIONES

Esta tesis adopta un marco teórico basado en los principios de la Teoría Comunicativa de la Terminología, a partir de los cuales se propone integrar (a) un modelo textualista, que puede dar cuenta tanto de los aspectos situacionales y funcionales como de los formales de los textos especializados –entendidos como contextos naturales de empleo de las unidades terminológicas–, (b) un modelo de red conceptual –concebido como parte del texto–, que hace posible explicar las peculiaridades de los términos en tanto unidades de representación del conocimiento especializado, y (c) un modelo semántico, que permite describir y explicar la configuración del significado de las unidades léxicas especializadas a partir de los sentidos generados por las combinatorias sintácticas en sus contextos de aparición.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Dado el objetivo central de la tesis de formular hipótesis que den cuenta de la influencia del contexto en la configuración semántica del léxico especializado, esta investigación se ha basado en el trabajo empírico sobre un corpus de textos de especialidad. En este capítulo se presenta la metodología adoptada para ello, que se organizó siguiendo tres etapas: la caracterización de los textos que conforman el corpus; el relevamiento de las unidades terminológicas en los textos, y la puesta en relación de éstas con sus contextos de aparición.

2.1. PRINCIPIOS METODOLÓGICOS

Esta tesis se ajusta al objetivo básico de la terminología teórica de describir formal, semántica y funcionalmente las unidades que pueden adquirir valor terminológico y dar cuenta de cómo lo activan. Para ello, adopta el supuesto de partida de que hacer terminología supone aplicar una metodología específica –distinta de la lexicografía, la traducción o la neología– para detectar y recopilar los términos de especialidad (Cabré 1999, 2001a).

Así pues, teniendo en cuenta la distinción básica entre la orientación teórico descriptiva de la terminología y la orientación aplicada, el trabajo se elaboró prestando especial atención a los siguientes principios metodológicos de la TCT, vinculados con la detección, la clasificación y la representación de las unidades.

a) El principio de adecuación, según el cual cada trabajo en concreto adopta una estrategia en función de su temática, objetivos, contexto, elementos implicados y recursos disponibles.

b) El principio de la doble sistematicidad, que postula que los términos forman parte de una lengua y de un dominio de especialidad. Por ello, un término responde siempre formalmente a los mecanismos de formación de unidades léxicas de una lengua y, a la vez, a la estructuración y la analogía dentro de una disciplina científica. A la estructuración, porque se ordenan en clases y subclases de conceptos; a la analogía, porque una unidad que refleja un concepto de una clase suele actuar de modelo para la denominación de los conceptos de la misma clase.

c) El principio de las relaciones conceptuales, según el cual, dentro de cada dominio los conceptos se conectan entre sí por diferentes tipos de relación y estas relaciones permiten establecer la estructura conceptual de un ámbito de especialidad.

d) El principio del carácter lingüístico de los términos, que contempla las características propias de estas unidades sin excluirlas del lenguaje natural. En consecuencia, la unidades terminológicas pueden ser sustantivos, verbos y adjetivos. Por otro lado, los términos están asociados a características gramaticales y pragmáticas, en la medida en que pueden caracterizarse gráfica, fonológica, morfológica, sintáctica y semánticamente; en función de sus usos en ámbitos temáticos, zonas geográficas, organismos; por sus connotaciones, su grado de normalización o su frecuencia de uso. Asimismo, un término puede tener variantes denominativas en relación de sinonimia (con valores pragmáticos iguales o diferentes).

e) El principio de la comunicación especializada, que plantea que el valor de un término está determinado por su uso en un ámbito de especialidad y, en consecuencia, su contexto natural de empleo son los textos de especialidad. Éstos, a su vez, pueden reflejar distintos niveles de especialización con distintos propósitos.

La metodología de la investigación se estructuró a partir de estos principios, con el fin de formular una propuesta de organización de los factores que intervienen en la determinación del significado del léxico especializado según su realización en el uso. No se trata, pues, de un trabajo cuyo objetivo final es describir la terminología de un determinado dominio, sino más bien el de establecer, mediante evidencia empírica en español, los aspectos contextuales propios del texto de especialidad que intervienen en la configuración semántica del léxico especializado. De este modo, esta tesis pretende realizar un aporte a la construcción de una metodología para el análisis terminológico que considere el contexto de uso, así como contribuir a la caracterización del componente léxico, sobre todo en su aspecto semántico.

Para llevar a cabo estos objetivos, el trabajo de investigación se organizó en tres etapas: la constitución del corpus textual, el relevamiento de las unidades léxicas especializadas y el análisis de estas unidades en contexto.

2.2. La constitución del corpus textual

Un corpus es un producto artificial que contiene textos auténticos, seleccionados según criterios precisos para ser utilizados como una muestra de la lengua (Pearson 1999: 22).

Para constituir el corpus que aquí se analiza se reunieron textos de ecología del subdominio de la limnología, producidos originalmente en castellano, representativos de las distintas clases textuales propias del discurso especializado. Con el asesoramiento de especialistas en la disciplina, se seleccionaron seis textos pertenecientes al área temática de la contaminación hídrica, que fueron digitalizados para su tratamiento automatizado mediante el programa TACT[11] (Sistema de Tratamiento Automatizado de Corpus Textuales) de análisis de textos asistido por computadora.

La elección del dominio de la ecología se debe, por un lado, al interés que reviste esta disciplina en la actualidad y, por otro, a razones de orden práctico.

El interés de la ecología proviene del hecho de que, si bien cuenta con una terminología propia y específica, constituye un espacio de cruce discursivo que se nutre de otras disciplinas, como la química, la bioquímica, la biología, la geología y la antropología. En efecto la mayor parte de los términos ecológicos usados actualmente provienen de préstamos semánticos de otras disciplinas. Estos préstamos se han dado a partir de dominios especializados vinculados con la ecología y de dominios que no guardan ninguna conexión científica o lógica con ella. Dos de los ejemplos que expone Dury (1999) para el francés –que son válidos también para el español– son *biosfera* y *nicho*. El término *biosfera* proviene de la biogeografía, donde designa una de las capas de la esfera terrestre; en ecología esta unidad refiere a la región del planeta que comprende el conjunto de los seres vivos. El otro ejemplo es *nicho*, que en ecología designa el lugar que ocupa una especie en un ecosistema y en arquitectura, en cambio, describe el hueco practicado en un muro para poner una estatua. Cabe mencionar, además, que por el lugar central que ocupa en las preocupaciones de mucha personas, la ecología se ha puesto de moda; de allí que muchos de sus términos sean empleados en la comunicación cotidiana[12].

Por otra parte, una de las ventajas de la ecología radica en que se trata de un dominio en el que es posible reunir un corpus representativo para el desarrollo de la investigación, puesto que cuenta con producción discursiva original en español, en una amplia variedad de clases textuales, en los distintos niveles de especialidad. Asimismo, se tuvo en cuenta la posibilidad

[11] TACT es un programa de análisis de textos asistido por computadora, desarrollado por la Universidad de Toronto, que permite relevar frecuencias y concordancias de textos digitalizados y codificados previamente.

[12] Piénsese en *cuero ecológico* o en *tintorería ecológica*, por ejemplo.

de intercambio permanente con los especialistas en el área, imprescindible para llevar a buen puerto una investigación de este tipo[13] (Slodzian 2000).

Con el fin de seleccionar un dominio específico, se recurrió al asesoramiento de los especialistas en el área: la química Anita Zalts y la bióloga Griselda Alsina, quienes desarrollan su actividad en el área de ecología. Con su ayuda se seleccionó el subdominio de la limnología, que es la rama de la ecología que estudia las aguas no marinas, que es un campo que cuenta con una importante cantidad de documentación producida en Argentina, en castellano. Luego, siempre con el asesoramiento de ambas investigadoras, se optó por delimitar el área temática a la contaminación hídrica, en la cual se pueden encontrar textos de clases textuales diversas y, sobre todo, de aquellas que se corresponden con la comunicación entre expertos.

Al plantear la necesidad de una terminología basada en corpus lingüísticos, Pearson (1998) examina cuatro situaciones comunicativas, experto-lego, experto-experto, experto-iniciado, maestro-alumno, y concluye que las tres últimas constituyen fuentes fiables para extraer candidatos a términos. En la medida en que en esta tesis se buscó minimizar el tipo de variación conceptual que puede surgir de la explicación de temas especializados a legos –tanto en la divulgación periodística como en la didáctica[14]–, se tomó como base este mismo recorte situacional acotándolo a la relación experto-experto y experto-iniciado (cfr. 3.1.1).

Tras haber decidido estas variables y haber revisado una serie de ejemplares textuales que se ajustaban a ellas, se seleccionaron los seis textos que constituyen el corpus (véanse los textos completos en los *Anexos* al final de la tesis):

> Texto 1 (4201 palabras): Castañé, P. M. *et al.* (1998) "Caracterización y variación espacial de parámetros fisicoquímicos y del plancton en un río urbano contaminado (Río Reconquista, Argentina)", en *Revista Internacional de Contaminación Ambiental.*

[13] En la Universidad Nacional de General Sarmiento (en la que desempeño mis tareas de docencia e investigación en la actualidad), se han conformado equipos de especialistas dedicados al diagnóstico y prevención de la contaminación ambiental de la zona de influencia de la universidad. Dos de los proyectos llevados a cabo por investigadores de los institutos de Ciencias y del Conurbano son "Estudio de la calidad de aguas superficiales en el conurbano bonaerense" (Instituto de Ciencias) y "Manejo integrado de las cuencas hídricas en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Georreferenciación de la información sobre el estado de las cuencas y análisis de la sustentabilidad ecológica para la gestión del recurso hídrico" (Instituto del Conurbano).

[14] Para la trasposición conceptual en la divulgación periodística véase Ciapuscio (1999, 2002); Ciapuscio & Otañi (2002); Gallardo (2000), y para la didáctica, Otañi (2005).

Texto 2 (4298 palabras): Ceretti, H. *et al.* (2001) "Metales pesados y microbiota en un ambiente acuático natural, perturbado por actividades humanas", en *III Jornada de Investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento.*

Texto 3 (2438 palabras): García, M. G. *et al.* (2000) "Contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas del S.E. de Tucumán", en Farías, H. *et al.* (eds.) *Uso y preservación de los recursos hídricos den los umbrales del siglo XXI. Memorias del XVIII congreso nacional de agua.*

Texto 4 (1553 palabras): Panigatti, M. C. *et al.* (2000) "Evaluación de los niveles de contaminación en aguas subterráneas de la ciudad de Rafaela, Santa Fe", en Farías, H. *et al.* (eds.) *Uso y preservación de los recursos hídricos den los umbrales del siglo XXI. Memorias del XVIII congreso nacional de agua.*

Texto 5 (15.478 palabras): Margalef, R. (1983) "Contaminación o polución de los cursos de agua" (capítulo 16) y "Ecosistemas forzados" (capítulo 18), en *Limnología.*

Texto 6 (9665 palabras): Foguelman, D. & González Urda, E. (1994) "El ecosistema río" (capítulo 2) y "Las aguas bajan turbias" (capítulo 4), en *El agua en Argentina.*

Los cuatro primeros textos son artículos de investigación científica, centrados temáticamente en la contaminación de un curso de agua en Argentina. El primero fue publicado en una revista especializada y los otros tres son versiones en español de resultados de investigaciones, presentadas en reuniones científicas nacionales y luego publicadas en inglés, en revistas internacionales. Los textos 5 y 6 fueron extraídos de obras de consulta destinadas a semi-especialistas (cfr. 3.1.1.); para su selección se consideró que cubrieran el área temática de la contaminación hídrica y que la extensión de ambos fuera comparable a la de los textos 1 a 4.

Una vez constituido el corpus, se caracterizaron los textos en función de su grado de especialización y se elaboraron las redes semánticas de cada uno de ellos (cfr. capítulo 3). Luego se procedió a la fase de extracción de las unidades léxicas terminológicas.

2.3. El relevamiento de las unidades léxicas especializadas

Con el fin de extraer las unidades léxicas terminológicas del corpus, se digitalizaron y codificaron los seis textos y se extrajeron, de manera automatizada mediante el programa TACT, todas las ocurrencias léxicas con sus respectivas frecuencias. Con ellas se confeccionó

un primer listado con todas las formas léxicas presentes en los textos, que fueron consideradas posibles términos, de manera intuitiva (ver 1. en el *Apéndice del capítulo 2*).

Este primer listado fue sometido a la evaluación de las dos especialistas en el área[15], mediante una encuesta escrita, en forma de tabla, en la que se pedía que ponderaran cuestiones relativas al uso de las unidades léxicas seleccionadas. El la Figura 2.1. se reproduce el diseño de la encuesta, en el punto 2. del *Apéndice del capítulo 2* se incluyen dos páginas completadas por las asesoras, a modo de ejemplo, y en los *Anexos* al final de la tesis se encuentran las encuestas completas.

	COLUMNA 1				COLUMNA 2		COLUMNA 3					COLUMNA 4		
	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...	SE SUELE USAR SOLO
ácido														
acidez														

Figura 2.1.: Encuesta a los especialistas

En la encuesta, la primera columna de la tabla está destinada a que los especialistas evalúen la frecuencia de uso de los vocablos en su disciplina, de modo de verificar su carácter terminológico y establecer su pertinencia en el área en cuestión. Así, por ejemplo, ambas expertas señalaron *nitrosaminas* como poco usada, una de ellas marcando la columna "es poco frecuente" y la otra especificando que es poco frecuente en química y que no se usa en química ambiental.

La segunda columna de la encuesta se diseñó para que las especialistas pudieran consignar cuestiones relativas al origen de los términos, habida cuenta de que la ecología es una disciplina reciente, que se nutre y surge del cruce de otras disciplinas como la biología y la

[15] En este punto seguimos a Slodzian, quien, al postular los principios de una terminología textual, afirma: "La identificación y la calificación final de los términos requiere del juicio del experto que, al recorrer la lista candidatos a términos, confronta estas unidades con conocimientos ya estructurados, memorizados y compartidos por su comunidad" (Slodzian 2000: 73).

química, y que ambas consultoras han llegado a la ecología desde distintas formaciones. De este modo, por ejemplo, ambas especialistas marcaron *alga* como específica de la biología, y *cuenca* como usada tanto en biología como en geología y geografía.

Las preguntas incluidas en la tercera columna tienen la intención de obtener ponderaciones intuitivas de las asesoras, respecto del valor más o menos terminológico de las palabras de la lista. Así, ambas señalaron que *fenol* tiene un significado muy preciso mientras que *físico* tiene un significado muy general. Hubo muy pocos casos en los que consideraron que la palabra tiene el mismo significado que le damos cotidianamente, uno de ellos fue *naturaleza.*

Finalmente, los datos de la cuarta columna se tuvieron en cuenta para determinar cuáles de las voces relevadas forman parte de sintagmas terminológicos o de colocaciones frecuentes. Por ejemplo, ambas especialistas señalaron que *potable* no se suele usar de manera aislada y una de ellas agregó que siempre va acompañado de *agua.*

Tras la revisión de las especialistas, se constituyó una segunda lista teniendo en cuenta las ponderaciones vertidas en la encuesta. Esta lista se organizó según criterios cuantitativos y cualitativos: se estableció la frecuencia de aparición de cada unidad y su distribución en cada uno de los textos del corpus, y se agruparon las unidades, según su clase semántica básica, en entidades, eventos y cualidades. En consecuencia, quedó conformado el conjunto de unidades terminológicas a analizar, asociadas a su clase semántica y a su distribución en el corpus (Ver puntos 3, 4 y 5 en el *Apéndice del capítulo 2*).

2.4. El análisis de las unidades léxicas en los textos

El siguiente paso en la metodología de la investigación consistió en la re-contextualización de las unidades terminológicas. Para ello, en primer lugar, se recurrió a las redes conceptuales (cfr. 3.2.3.2.), con el fin de determinar el lugar que cada una de las unidades ocupa en el entramado conceptual de los textos y así delimitar no solo los conceptos recurrentes sino también los 'nucleares', comunes a todos ellos.

Luego se empleó el programa TACT para recoger todas las concordancias de cada unidad en los seis textos. Con ello se obtuvo el contexto sintáctico de ocurrencia de cada forma léxica. A continuación se presentan, a modo de ejemplo, algunas concordancias de *cadmio* en los textos del corpus:

Texto 1

*arsénico, **cadmio**, cromo, cobre, plomo, zinc excedieron los limites para la protección de la vida acuática*

*Para determinar metales pesados disueltos (As, **Cd**, Cr, Cu, Pb y Zn) se filtraron las muestras*

*Las medias anuales de **Cd**, Cr, Cu, Pb y Zn, así como el máximo de arsénico*

...

Texto 2

*La microbiota resistente a **cadmio** resulta más limitada.*

*Si bien los niveles de **cadmio** también son más bajos que los de los demás metales, el mismo se incluyó en los estudios dada su alta toxicidad.*

*Los resultados del relevamiento de microorganismos cultivables resistentes o tolerantes a cobre, **cadmio**, plomo y cinc en aguas superficiales e intersticiales se muestran en la Tabla 5.*

*En cambio, en las curvas correspondientes al **cadmio**, se observa una clara disminución de metal en el sobrenadant*

*En abril de 2001 se realizó un segundo muestreo con el objeto de evaluar la concentración de los metales de interés (Cu, **Cd**, Pb y Zn) en aguas superficiales e intersticiales*

...

Texto 3

*Los metales seleccionados fueron Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cromo (Cr), **Cadmio (Cd)**, Cobre (Cu), Plomo (Pb) y arsénico (As). Los dos primeros, son elementos muy comunes en los sedimentos de la cuenca, y se encuentran en general en forma de óxidos*

*El **Cd** y el Pb se encuentran en concentraciones que no superan el limite de detección del método.*

...

Texto 5

*El **cadmio** se ha usado experimentalmente para forzar ecosistemas. En un experimento con microcosmos terrestres 108 sometidos a una solución de **cadmio** se halló que los sistemas de menor complejidad*

*En experimentos con plancton de agua dulce, el **Cd** no afecta a las algas hasta por encima de concentraciones de 30 g*

...

Texto 6

*Sales inorgánicas como las de cobre, plomo, **cadmio**, níquel, mercurio, plata, actúan como impedimento para que los organismos que integran el medio acuático realicen el intercambio gaseoso.*

Figura 2.2.: Ejemplos de concordancias textuales de *cadmio*.

La alternancia que se observa en las concordancias entre *Cd* y *cadmio* sirve también de ejemplo del tratamiento que se ha hecho de la variación denominativa encontrada en el corpus. Básicamente, la variación que se registra es de tres tipos: alternancia entre la fórmula química y la forma lingüística; alternancia entre las formas cultas y sus versiones

castellanizadas, y alternancia entre siglas y sus formas expandidas. Por ejemplo, el término *plomo* solo aparece en su variante de fórmula (*Pb*) en los textos más especializados; *cianofíceas* presenta tres variantes: *cianofitas* (en el texto menos especializado), *cianofíceas* (en el manual universitario) y *Cyanophycieae* (en los artículos de investigación); finalmente, *demanda bioquímica de oxígeno* aparece mayoritariamente en forma de sigla, *DBO*. En este trabajo, tanto para la cuantificación como para la extracción de los términos, se han considerado las variantes denominativas siempre como una sola unidad[16].

Una vez analizados los contextos de aparición de cada unidad, se procedió a establecer su configuración semántica en el contexto estudiado. La caracterización semántica se basó en el análisis de las unidades en función de las estructuras argumental, eventiva, de qualia y de herencia; en el mecanismo de generación de sentidos en contexto (ligamiento selectivo, co-composición o coerción de tipo); en el grado de complejidad semántica (tipos simples, unificados o duales), y en el tipo conceptual configurado (natural, funcional o complejo) (cfr. capítulos 4 y 5). Se tuvo en cuenta, además, el axioma de Lascarides (1995) respecto de la interpretación semántica en contexto, que enuncia que cuando el significado léxico no coincide con la información discursiva respecto de cómo debe interpretarse una palabra, la interpretación que surge del contexto se impone por sobre la información léxica por defecto.

Luego, se confrontaron los paradigmas léxico conceptuales de las unidades con las propiedades cognitivas y tipológicas de los textos, a partir de lo cual se extrajeron las conclusiones que permiten explicar el comportamiento particular del léxico especializado, en general y en el contexto específico de la limnología.

En efecto, como el contexto puede imponer una determinada decodificación semántica a una palabra, el análisis de la caracterización del contexto (obtenida de la tipologización textual) hace posible la interpretación particular que cierto léxico adquiere en un dominio de especialidad; es decir, es lo que determina que en el dominio de la ecología, por ejemplo, *agua* tenga el significado de 'contenedor' (cfr. capítulo 5).

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos en los capítulos 4 y 5 y sobre la base de la noción de 'patrón conceptual', se elaboraron los patrones sintáctico-semánticos de activación de los significados especializados en el dominio estudiado.

[16] Para un análisis más detallado de la variación denominativa en este tipo de textos véase Kuguel (2001).

CONCLUSIONES

La metodología de la investigación, que sigue los principios propuestos por la Teoría Comunicativa de la Terminología, se organizó en esta tesis en tres etapas. La constitución de un corpus de textos especializados en ecología; la extracción de las unidades léxicas terminológicas, y la recontextualización de estas unidades según tipo de texto. Para confeccionar el corpus se tuvo en cuenta, además del asesoramiento de especialistas, la clase textual y el tipo de texto en que el léxico suele emplearse con valor terminológico. Para la selección y el relevamiento de términos, se recurrió a un programa informático de procesamiento textual y a una encuesta a especialistas en el área. El mismo programa se empleó para establecer concordancias textuales de cada unidad léxica terminológica y así analizar su configuración semántica en contexto.

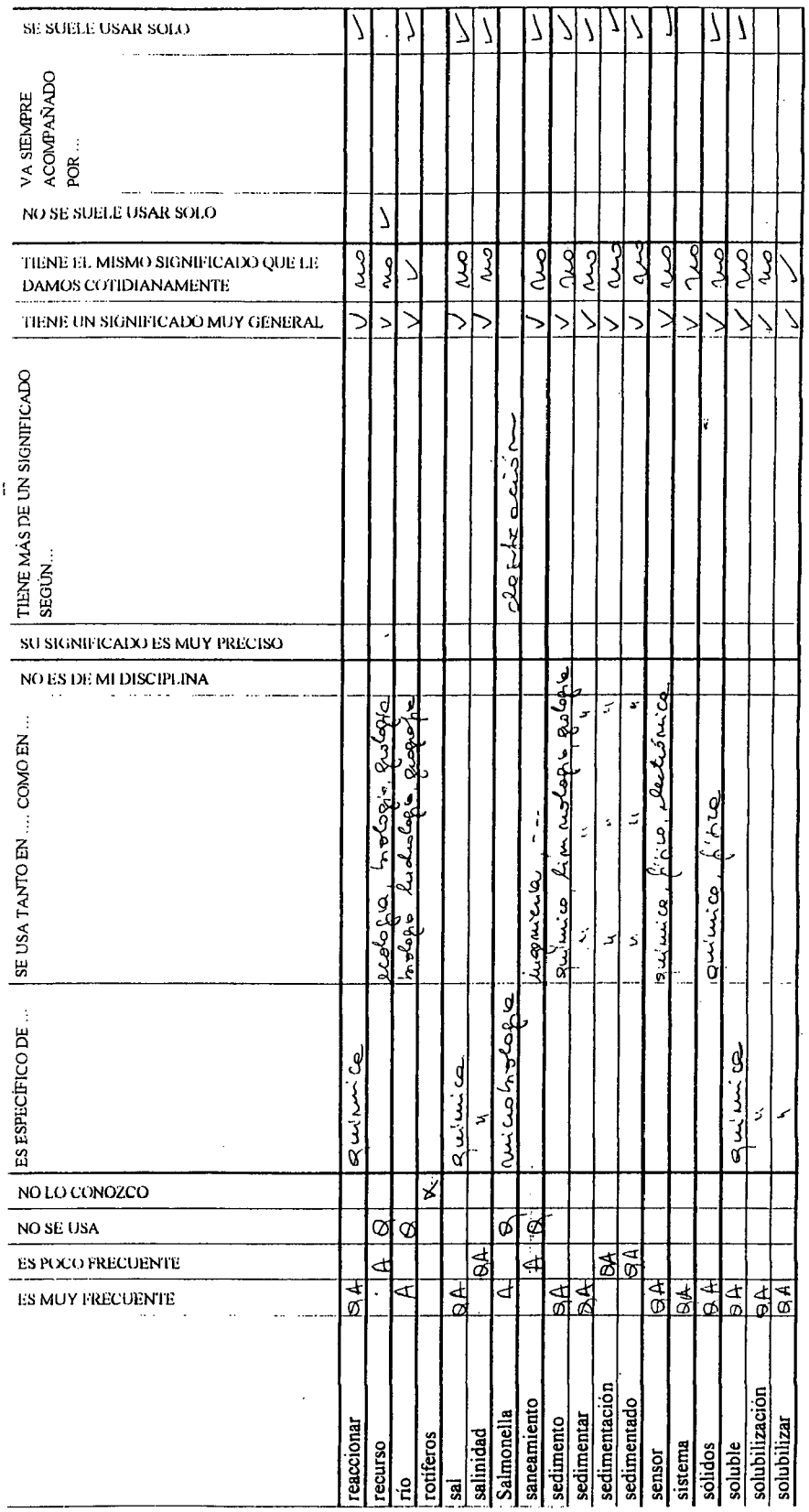
APÉNDICE DEL CAPÍTULO 2

1. Primer listado de candidatos a términos

absorbancia
absorción
acidez
acidificación
acidificado
ácido
acuático
acuíferos
aerobio
aeruginosa
afluente
agente
agua
alcalinidad
alcalino
alga
algal
ambiental
ambientalistas
ambiente
ambiente
amoniacal
amoníaco
amonio
anaerobio
anaerobiosis
análisis
analítico
analizar
antrópico
arroyo
arsénico
atmósfera
autodepuración
bacillariophyceae
bacteriana
bacteria
bactérica
bactericida
bacteriológico
bioacumulación
biocenosis
biocidas
biodegradable
bioensayos
biogeográficas
biología
biológico
biomasa
bioquímica
biorresistente
biosfera
biota
bioturbación
cadmio
calcio
calidad
cauce
cepa
chlorella
chlorophyceae
cianoficeas
cianofitas
ciclopoideos
cladoceros
clases
clasificación
clasificar
cloración
clorado
cloro
clorofíceas
clorofila
cloruro
cloruro
cobalto
cobre
coli
coliforme
color
colorimetría
comparación
complejo
componente
composición
/combinar
compuesto
comunidad
concentración
conductividad
consumo
contaminación
contaminado
contaminante
Cr
cromatografía
cromo
Cu
cuenca
cultivo
curso
cyanophyceae
cyclotella
DBO
degradabilidad
degradable
degradación
degradado
degradadores
degradar
demanda
bioquímica de
oxígeno
densidad
depuración
depurado
depurar
des/nitrificación
des/nitrificar
des/oxígenación
des/oxígenado
descomposición
descomponer
diatomeas
dicloro
dicromato
dilución
diluido
diluir
dióxido
disminución
disminuir
disolución
disolvente
disponer
disponibilidad
disponible
distrófico
disuelto
diversidad
DQO
dulce
dureza
ecología
ecológico
ecosistema
ecotoxicológico
efluente
elemento
energético
energía
ensayos
enterobacterias
envenenar
escherichia
especie
espectrofotometría
euclorofíceas
Euglenofitas
euglenophyceae
eutrofia
eutroficación
eutrófico
eutrofizado
eutrofizante
evaluación
evaluar
evolución
explotable
explotación
explotado
explotador
explotar
fauna
Fe
fecal
fenol
fértil
fertilidad
fertilización

fertilizante
fertilizar
física
fisicoquímico
fitoplancton
floración
flujo
fluorescencia
fluorescente
fósforo
fotosíntesis
freática
género
genético
gradiente
grado
grupo
hexacloruro
hidratos
hidráulico
hidrocarburo
hierro
hipo/epilimniom
hongos
humano
incremento
incubación
ind/mL
indicador
índice
individuo
industrial
inorgánico
insecticida
insecto
intersticial
intoxicación
inundación
isótopo
lago
laguna
larvas
limnología
limnológico
líquido
litro
magnesio
magnitud
materia
material
media
medible
medición
medida
medio
medir
mercurio
mesosaprobio
metal
método
micro/macrofitos
microalgas
microclima
Microcystis
microorganismo
microscopio
miligramo
mililitro
mineral
mineralización
mineralizar
molécula
molécular
muerte
muerto
muestra
muestrear
natural
naturaleza
nicho
nitrato
nitrilotriacético
nitrito
nitrogenado
nitrógeno
nitrosaminas
nitzchia
nocivo
nutrición
nutriente
nutrimento
oligosaprobio
oligotrofia
oligotrófico
olor
orgánico
organismo
ortofosfatos
oxidación
oxidado
oxidante
oxidar
óxido
oxígeno
parámetro
partícula
patógeno
patrón
Pb
peces
peligroso
pesado
pesticidas
petróleo
petroquímica
pH
plancton
planctónico
plata
plomo
plutonio
población
policlorados
polución
poluído
poluto
potabilidad
potabilización
potabilizado
potable
potasio
precipitación
precipitado
presión
productividad
protozoos
pruebas
pseudomona
pureza
puro
putrefacción
químico
reacción
reaccionar
recuento
recurso
reducción
río
rotíferos
sal
salinidad
salino
Salmonella
saneamiento
sanitario
saprófitos
sedimentación
sedimentado
sedimentar
sedimento
sensor
sistema
sistema
sólido
solubilización
solubilizar
soluble
solución
solvente
subterráneo
sulfato
sulfhídrico
sulfurado
sulfuros
superficial
superficie
suspendido
suspensión
sustancia
taxonómico
temperatura
tensión
térmica
titulación
tolerante
tolerancia
toxicidad
tóxico
toxicológico
toxinas
tratado
tratamiento
tratar
tricloroacético
trófico
turbidez
turbiedad
turbio
turbulencia
turbulento
uranio
valoración
variabilidad
variable
variación
variar
vegetación
vegetales
vertido
vida
vivo
volcar
zinc
Zn
zooplancton

2. Ejemplos de respuestas de las especialistas a la encuesta



	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...	SE SUELE USAR SOLO
reaccionar	SA				química					V	no			V
recurso		A	O			ecología, biología, geología				V	no			
río		A	O			biología, ecología, geología				V	V			V
rotíferos				X										
sal	SA				química					V	no			V
salinidad		SA								V	no			V
Salmonella	A		O		microbiología									
saneamiento		A	O			ingeniería, ...				V	no			V
sedimento	SA					química, limnología, geología				V	no			V
sedimentar	SA									V	no			V
sedimentación		SA								V	no			V
sedimentado		SA								V	no			V
sensor	SA					química, física, electrónica				V	no			V
sistema	SA									V	no			V
sólidos	SA					química, física				V	no			V
soluble	SA				química					V	no			V
solubilización	SA									V	no			
solubilizar	SA									V	V			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...	SE SUELE USAR SOLO
clases	X					Bot / fcl		X				X		
clasificación	X					"					X			X
clasificar	X					"					X			X
clorofila	X					"		X						X
cloroficeas	X				Bot	"		X						X
eucloroficeas	X				"			X						X
cloruro	X					Bot / fce		X						X
cloro	X					"		X						X
clorofila	X					"		X						X
clorado	X					"		X						X
cloración	X					"		X						X
hexacloruro	X					"		X				X		
policlorados	X					"		X				X		
dicloro		X				"		X				X		
tricloroacético		X				"		X				X		
cobre	X					Bot / fcl		X						X
Cu	X					"		X						X
color	X					"				X				X

3. Términos que denotan entidades, con frecuencias por texto:

entidades	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
acuíferos	1		7		1	1
afluente		1			1	2
agua	29	59	38	16	142	103
alga	7				10	7
ambiente	3	3		3	3	5
amonio	13			4	6	2
arroyo	11	22				2
arsénico	5	1	17	6	3	2
bacillariophyceae	10				2	1
bacteria		5		9	7	13
cadmio	4	29	5		6	1
calcio			1	7	5	2
cepa		19			3	
chlorela	2				5	
chlorophyceae	12				5	
cloruro	8			4	2	3
cobalto		2			1	
cobre	5	25	9		22	2
comunidad					25	
contaminantes	2	6	1		16	16
cromo	5		5	9	5	2
cyanophyceae	14				9	3
cyclotella	2				3	
diatomea	1				8	
efluente	5	8	4	1		3
elemento				1	25	
escherichia		2		3	2	1
especie	8	3			21	16
euflenophyceae	2				18	2
fenol	6				2	3
fitoplancton	21				9	1
fósforo	1				18	1
género	4				2	
grupo		3	1		10	6
hierro		1	9		2	2
individuo	12				6	1
larvas	3				5	4
magnesio				4		2
materia		3	1		41	22
material			5		30	6
metal	9	64	13		25	3
microorganismo		16			6	6
mineral			1		3	9
nitrato	6			6	4	5
nitrito	6			4	1	3
nitrógeno	2	1	2	4	19	6
nitzchia	1				7	
nutriente	1	1		1	6	3
nutrimento	3				3	
organismo	3				66	34

oxígeno	15	19	2		42	31
pH	6	3		4	9	1
plancton	1				11	6
plomo	5	26	7		5	1
potasio	1				1	1
pseudomona		5		6	2	
río	57	1	3		56	56
rotíferos	8				3	
sedimento		14	3		22	5
sistema	2	4	1		44	6
sulfato				5	7	4
sustancia	1	1			7	36
zinc	7	26			3	
zooplancton	16				8	1
Totales	**333**	**373**	**136**	**97**	**833**	**453**

4. Términos que denotan eventos, con frecuencias por texto:

eventos	**Texto 1**	**Texto 2**	**Texto 3**	**Texto 4**	**Texto 5**	**Texto 6**
autodepuración					5	5
concentración	10	21	27		72	14
consumo	1	4	6	1	7	5
crecimiento	2	17		1	9	2
cultivo	1	22	2		2	2
DBO	9				18	3
degradar	1				1	14
depuración					6	3
descomposición					11	3
determinar	7	7	4	5	7	8
dilución	1	1			6	5
floración	6					1
medir	2	3	1		7	5
muestrear	9	7	3	2		4
oxidación	2				16	2
población	3	2	1		9	8
precipitación	2	2	3		5	
recuento	2	5		2		
saneamiento	1					1
sedimentación	1				1	3
solución		4	2		9	3
suspensión		1			7	7
titulación	1			4	1	1
tratamiento	2	14			15	5
valoración	1				1	
vertido	3		1	1	11	14
Totales	**78**	**116**	**54**	**23**	**283**	**180**

5. Términos que denotan cualidades, con frecuencias por texto:

cualidades	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
ácido		1	1		9	7
acuático	5	7			12	22
aerobio		1		1	3	2
alcalinidad	7			4	5	1
biogeográfico					1	
biológico	1	1		2	11	7
bioquímico		1			6	2
coliforme		4		6		
contaminación	9	6	4	7	33	43
contaminado	5	4		2	19	6
degradable	1	1				7
densidad	24	1	1		5	
dulce	1				3	
dureza	6			5		1
ecológico					3	6
ecotoxicológico	1					
eutrofia					2	
eutrofización					11	1
eutroficación						8
polución	2				7	11
fecal		3		6	1	1
físico	8					6
fisicoquímico	2			9		6
inorgánica			1	2	2	4
limnológico	1				4	1
líquido		1				7
muerto					3	9
natural	3	1	6	1	15	20
nocivo			1			5
nutriente	1	1		1	6	3
orgánico	3	4			67	27
patógeno					5	4
pesado	7	3	8		4	4
polución	2				7	11
poluído	2					
potable			1	7		6
puro	1		1		1	2
químico	10	3	5		18	8
resistente	1	21			12	2
salino			1	1	2	
sanitario		6			1	4
sólido	6	3		7	2	5
subterráneas		2	11	5	2	3
superficial	3	24	2		1	6
tolerante	2	15	3		5	2
tóxico	7	2			11	12
turbio	6			1	1	2
vivo		1			11	14
Totales	**91**	**105**	**37**	**49**	**198**	**188**

CAPÍTULO 3

3. LOS TEXTOS ESPECIALIZADOS

Este capítulo se centra en el análisis de los textos que constituyen el corpus que sustenta empíricamente la tesis. En la primera sección (3.1.) se detalla el marco teórico-metodológico empleado para caracterizar los textos y en la segunda sección (3.2.) se aplica la tipología propuesta al análisis de cada uno de los seis textos. Los cuadros y las figuras intercaladas ilustran los aspectos analizados en los niveles situacional, funcional, semántico y formal. En la parte final (3.3.) se exponen las conclusiones que surgen de la caracterización textual realizada.

3.1. LOS NIVELES TEXTUALES

Todo trabajo de investigación sustentado en el análisis empírico de un corpus textual debe partir de un marco teórico que dé cuenta del objeto texto. El modelo de texto de múltiples niveles que se ha adoptado en esta tesis (cfr. 1.2.2.) se basa en la definición de los textos como objetos dinámicos y complejos. Dinámicos, porque constituyen "estaciones intermedias para la creación de otros textos y puntos de partida para el procesamiento receptivo del conocimiento" (Antos 1997 *apud* Ciapuscio 2003: 23); complejos, en tanto son "estructuras multidimensionales en las que se manifiestan los sistemas de conocimientos de los hablantes" (Heinemann & Viehweger 1991 *apud* Ciapuscio 2003: 22). La perspectiva dinámica es particularmente productiva en el estudio de textos científicos si se los piensa, también, como recursos para la constitución del conocimiento especializado. La complejidad, por su parte, surge de entender el texto como una estructura multidimensional en la que se manifiestan los sistemas de conocimientos de los hablantes involucrados tanto en la comprensión como en la producción discursiva.

En consonancia con este modelo de texto, se ha optado por una tipología que parte de la hipótesis básica de que el saber sobre clases textuales se origina a través de ordenamientos multidimensionales de representaciones prototípicas en distintos niveles. Esta tipología tiene la finalidad no solo de ofrecer criterios útiles para caracterizar el discurso especializado en

tanto tipo textual, sino también de clasificar los textos del corpus en función de su grado de especialización. Así pues, la propuesta que se presenta aquí surge de incorporar –reelaborándolos[17]– los resultados de estudios empíricos realizados sobre textos de especialidad diversos (Kuguel 2001a y b, Ciapuscio & Kuguel 2002, Adelstein & Kuguel 2004).

3.1.1. La situación

Todo hablante tiene almacenado un saber sobre modelos de situaciones que se activa para la solución de tareas comunicativas específicas. El concepto de situación incluye no sólo factores ambientales directos (tiempo, lugar) sino también los conocimientos sobre esferas comunicativas, instituciones y formaciones sociales. Los parámetros que conforman esta dimensión son el contexto social, el tipo de comunicación, la situación ambiental y los participantes de la comunicación (incluido su número y el tipo de relación entre destinador y destinatario).

El primer parámetro concierne al contexto social y al ámbito de circulación del texto; es decir, a sus condiciones de producción y recepción. El segundo refiere al tipo de comunicación, que puede ser interna o externa al ámbito de producción del texto. La situación ambiental, por su parte considera los parámetros de espacio y tiempo en que se lleva a cabo la comunicación.

En lo referente a los participantes de la comunicación interesa no solo el número de interlocutores sino también su rol social y la relación que se da entre ellos al comunicarse. Respecto de los papeles que pueden desempeñar los participantes –teniendo en cuenta además el ámbito de comunicación especializada estudiado– trabajos anteriores (Kuguel 2001a; Ciapucio & Kuguel 2002) nos permiten distinguir tres categorías, definidas a partir del grado de competencia sobre determinada área del conocimiento: especialista, semiespecialista y lego. La categoría de semiespecialista (o semilego) es una categoría compleja que sirve para designar al interlocutor que posee ciertos conocimientos sistematizados sobre el área específica y que puede comprender distintos perfiles: el aprendiz de especialista (estudiante avanzado), el periodista científico, e incluso, el especialista de áreas de conocimiento

[17] Si bien los distintos niveles surgen de una construcción teórica realizada a partir de datos que se encuentran imbricados entre sí en el texto, en la bibliografía consultada suele dársele un ordenamiento a los niveles que difiere con el que aquí se presenta, puesto que, por motivos vinculados esencialmente con la exposición, se trata en primer lugar el módulo de la situación y después el de la función.

cercanas[18]. Por otro lado, las diferencias de competencia en el tema específico que determinan esos papeles condicionan la simetría o asimetría de la relación entre los participantes involucrados.

3.1.2. La meta comunicativa

La dimensión de la función textual se vincula con los saberes acerca del papel de los textos en la interacción, su contribución a la realización de metas comunicativas sociales y objetivos individuales, así como a la constitución de relaciones sociales. Los textos pueden servir a un gran número de funciones comunicativas como brindar información, efectuar y responder preguntas, dar órdenes, hacer pedidos, expresar sentimientos, hacer una invitación, ofrecer ayuda, entre otras. Todas ellas se pueden organizar en cuatro tipos principales: expresarse, contactar, informar y dirigir.

La primera de las funciones incluye la manifestación de afecto, el presentarse a sí mismo, liberarse, descargarse psíquicamente y expresar opinión. La función de *contactar* –condición necesaria para la comunicación– responde al propósito de los participantes de establecer y mantener la comunicación. La tercera función, *informar*, se encuentra en textos cuyo objetivo es obtener información nueva (consultas, entrevistas periodísticas), en aquellos que permiten controlar los conocimientos del interlocutor (exámenes, evaluaciones), y en los que transmiten información. Estos últimos comprenden una gran variedad de clases textuales: desde los testamentos hasta las disculpas. Finalmente, la última de las funciones es la de *dirigir*[19]. Mediante esta ilocución el productor textual intenta influir sobre el destinatario para que éste haga algo, asuma determinada actitud o adhiera a una creencia. Los textos orientados hacia esta función comprenden tanto instrucciones o recetas como ensayos o artículos de opinión.

Estas cuatro funciones se hallan en una relación de inclusión: *dirigir* presupone a las otras tres, pues los textos que dirigen también informan. La función *informar* supone el contacto entre los participantes y, para ello, es necesario que los hablantes se expresen.

---

[18] Una categoría muy similar, la de "iniciados", es postulada por Pearson: "A menudo, los expertos que trabajan en un dominio de especialidad deben comunicarse con otros quienes, teniendo algún conocimiento en el área, no tienen el mismo nivel de experticia. Pueden ser estudiantes de una disciplina específica, como el caso de los estudiantes avanzados en instituciones superiores. Pueden ser personas que trabajan en la misma área pero con un entrenamiento de base diferente" (Pearson 1998: 37).

[19] Se ha preferido esta denominación en lugar de "comandar" o "apelar", también empleadas en la bibliografía consultada.

Sin embargo, no todas las funciones textuales tienen la misma jerarquía: en un texto existen funciones predominantes y funciones subsidiarias. La función o ilocución dominante es la que expresa el deseo principal del emisor –por ejemplo, que el destinatario responda una pregunta o que tome conocimiento de un hecho– y desempeña un rol destacado en la construcción de la jerarquía ilocutiva, en la secuencia que adoptan las ilocuciones y en su realización lingüística. Las ilocuciones subsidiarias, por su parte, tienen la finalidad de asegurar de manera directa el éxito de la ilocución dominante[20].

3.1.3. El contenido semántico

El módulo correspondiente al contenido semántico se relaciona principalmente con el tema textual, esto es, el núcleo de contenido que el texto expande y desarrolla. Comprende factores relativos tanto a los tipos de procedimientos para el despliegue del tema textual en el texto como a la estructuración en partes más o menos estandarizadas. Dentro de este nivel se tienen en cuenta, además, los parámetros de dominio, subdominio y área temática, que surgen de la vinculación del tema textual con una disciplina científica.

Otra de las categorías consideradas en este módulo es la originalidad del contenido. Según esta noción (Gläser 1993) los textos pueden agruparse en formas primarias o derivadas. Las formas primarias son contribuciones originales ("primeras") a un área específica; las formas textuales derivadas se basan en textos subyacentes y, por ende, tanto su tema como su sistema conceptual y terminológico dependen de los textos fuente. Un ejemplo claro lo presentan los textos de divulgación científica, que son intrínsecamente formas derivadas o textos secundarios.

Dentro de esta dimensión se incluye, también, la perspectiva sobre el tema, entendida como el punto de vista a partir del cual se trata el tema del texto. En el caso del discurso especializado las perspectivas relevantes son la teórica o básica, la aplicada, la didáctica y la divulgativa. La perspectiva teórica o básica implica el tratamiento de un tema para expandirlo, esto es, para lograr conocimiento nuevo que modifique el estado de conocimiento previo. La perspectiva aplicada sobre un tema supone su tratamiento en función de su utilidad, y la didáctica se dirige a la transmisión en marcos de enseñanza, a fin de que sea comprendido por el estudiante o aprendiz. Un texto adopta la perspectiva divulgativa cuando el contenido especializado se retoma para ser transmitido a un destinatario lego, con el fin de que conozca esa información y, eventualmente, la tenga en cuenta en su vida cotidiana.

---

[20] A los fines de este trabajo planteamos 'ilocución dominante' y 'función dominante' como conceptos análogos. Para un mayor detalle de las jerarquías y secuencias ilocutivas de los textos, véase Gallardo (2003).

Finalmente, teniendo en cuenta el módulo semántico se considera la capacidad de todo texto de referir a realidades extralingüísticas, se ha decidido incluir en él las redes conceptuales como un instrumento de análisis textual –no contemplado originalmente en el modelo de múltiples niveles– destinado a extraer conclusiones acerca de la dimensión cognoscitiva de los textos. Son varias las perspectivas posibles sobre este tipo de redes. Dentro de la bibliografía exclusivamente terminológica, Otman, por ejemplo, propone una red semántico-terminológica con el fin de representar bajo la forma de grafos las unidades terminológicas de un dominio y las relaciones semánticas que las unen en un sistema nocional (Otman 1996: 245). El tipo de red planteado por este autor tiene en común con muchos otros tipos de estructuraciones conceptuales propuestos para la terminología el hecho de que se construye a partir de términos aislados, mediante un procedimiento en que los textos (mayormente obras lexicográficas) funcionan como fuentes de validación o, a lo sumo, como contextos definitorios de las unidades terminológicas (cfr. Otman 1996).

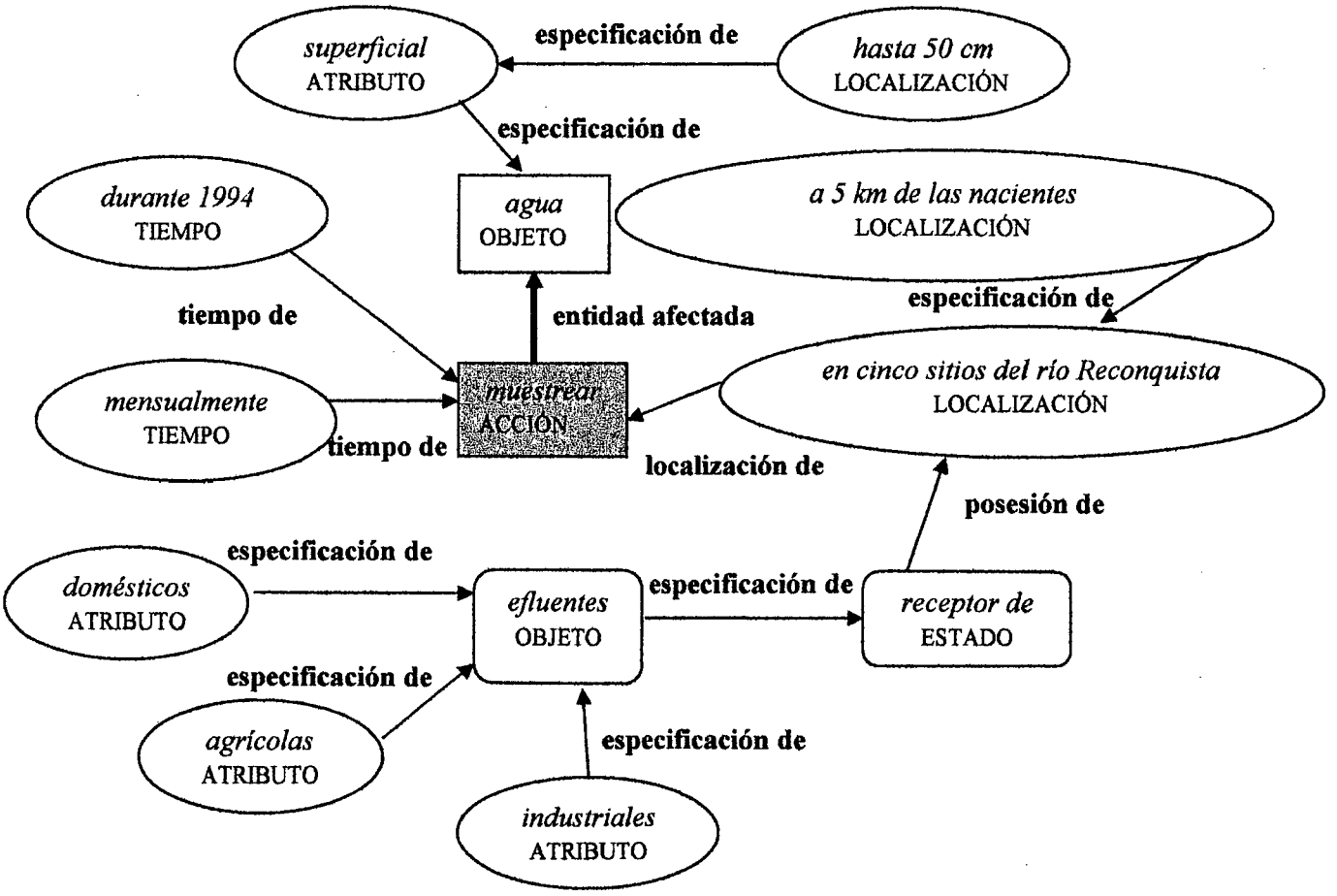
En consonancia con el punto de vista teórico adoptado para esta tesis, se optó por la noción de red semántica propuesta por Beaugrande (1980), en el marco del análisis textual. Para Beaugrande, las palabras o los grupos de palabras son expresiones de superficie para conceptos y relaciones subyacentes que, al ser usadas en la comunicación, activan estos conceptos y relaciones, esto es, ingresan su contenido en el almacenamiento activo en la mente. La atención del usuario textual, entonces, se dirige hacia el descubrimiento de los centros de control textual, es decir, a aquellos puntos desde los que se puede realizar estratégicamente el acceso a la información e iniciar su procesamiento. Según Beaugrande, los más adecuados para operar de este modo son los conceptos primarios, que son 'objetos' –entidades conceptuales con una constitución estable–; 'situaciones' –configuraciones de objetos y sus estados actuales–; 'acontecimientos' – eventos que cambian una situación o un estado dentro de una situación–, y 'acciones' –eventos producidos intencionalmente por un agente[21]. Los conceptos vinculados con los nodos centrales son los conceptos secundarios, que se clasifican según el modo en que definen a los conceptos primarios; por ejemplo, 'estado', 'atributo', 'cantidad'. Beaugrande establece, además, una tipología de las relaciones que sirven para etiquetar las conexiones entre conceptos secundarios y primarios (por ejemplo, 'agente de', 'especificación de', 'entidad afectada', 'instrumento de' o 'posesión de')

[21] Reproducimos aquí la terminología de Beaugrande para luego, en el capítulo 4, retomar la idea de tipos conceptuales desde la perspectiva de Pustejovsky y, con ella, las categorías de 'entidades', 'eventos' y 'cualidades', que son las que se adoptan en la tesis.

y una tipología de operadores que especifican el estatus de las relaciones entre conceptos ('inicio', 'fin', 'entrada', y 'salida').

Así, por ejemplo, en (1) se muestra, a modo de ejemplo, la red conceptual construida a partir de la primera oración del resumen del texto 1 del corpus. Allí se observa cómo alrededor del concepto primario representado por *agua* se organiza un 'atributo especificador' (*superficial*), especificado a su vez por una 'localización' (*hasta 50 cm*). Por otro lado, a través de la 'acción' *muestrear*, el concepto de *agua* se relaciona indirectamente con dos conceptos de 'tiempo' (*durante 1994* y *mensualmente*) y uno de 'localización' (*en cinco sitios del río Reconquista*). Este concepto de 'localización' se encuentra vinculado, por su lado, con una 'especificación de lugar' y con un 'estado'. Además, la relación entre el concepto de *río Reconquista* y su 'estado' (*receptor de*) es de 'entrada en posesión'. Finalmente, se puede observar que el 'estado de receptor' se halla especificado, a su vez, por el concepto de *efluente* con sus respectivos 'atributos' (*doméstico*, *agrícola* e *industrial*).

(1) Durante 1994 se muestreó mensualmente el agua superficial (hasta 50 cm) en cinco sitios (a 5, 10, 20, 38 y 46 km de las nacientes) del río Reconquista (Buenos Aires, Argentina), receptor de efluentes domésticos, agrícolas e industriales. (Texto 1)



3.1.4. Los recursos formales

El nivel formal se refiere a la superficie textual, esto es, al conjunto de conocimientos que se ponen en juego en la comprensión y la selección de recursos lingüísticos y no lingüísticos que se emplean en la formulación de un texto. Este nivel contempla, en primer lugar, las máximas retórico-estilísticas de la clase textual en cuestión, que surgen de un saber (llamado también "estilístico"), orientativo respecto de la formulación y la comprensión de un texto. Estas normas generales condicionan a su vez la decisión de incluir elementos no verbales, como ilustraciones, gráficos o fotos, y la preferencia por determinados recursos sintácticos y léxicos.

Es importante señalar que los diversos módulos que permiten describir y sistematizar los textos no están desvinculados entre sí. De hecho, existe un condicionamiento estrecho y recíproco entre los distintos niveles (Ciapuscio 2003: 24): las dimensiones superiores determinan los aspectos microestructurales, como ser la distribución informativa, las conexiones sintáctico-semánticas entre las oraciones, la sintaxis o, como se verá en detalle, el léxico. A su vez, los rasgos microestructurales son los únicos aspectos que permiten describir y explicar de manera fundada el objeto texto en sus niveles más globales.

En el cuadro 3.1 se presenta la tipología y sus parámetros de manera esquemática.

Nivel situacional:
• contexto social, tipo de comunicación y situación ambiental
• participantes de la comunicación: número, rol social y relación entre ellos
Nivel funcional:
• jerarquía funcional
Nivel del contenido semántico:
• dominio, subdominio y área temática
• tema y despliegue temático
• forma primaria o derivada
• perspectiva temática
• red conceptual
Nivel formal
• máximas de formulación de la clase textual
• formas lingüísticas / no lingüísticas
• recursos sintácticos
• recursos léxicos

Cuadro 3.1.: La tipología textual.

3.2. El corpus de textos de ecología

El corpus está conformado por seis textos del dominio de la ecología (cfr. 2.1. y *Anexos* al final de la tesis). Cuatro de los textos presentan los resultados de estudios llevados a cabo en diferentes cursos de agua del país. El texto 1 analiza la calidad del agua del Río Reconquista de Buenos Aires; el texto 2, el arroyo Las Catonas (un afluente del Río Reconquista); el texto 3, el agua subterránea de la zona sudeste de Tucumán, y el texto 4, el agua subterránea de Rafaela (Santa Fe). Los otros dos textos del corpus corresponden a los dos capítulos dedicados a la contaminación hídrica de un manual universitario de limnología (texto 5) y de un libro producido por el CONICET destinado al perfeccionamiento y la actualización en ecología de docentes de escuela media (texto 6).

El análisis del modo en que cada uno de los niveles descriptos es instanciado en los textos ha permitido no solo caracterizarlos como textos de especialidad sino también organizarlos en tres subtipos textuales que se ajustan a tres grados diferentes de especialización. Respecto del nivel formal, al que se apela como fuente de las evidencias lingüísticas y no lingüísticas que sustentan el análisis, se ha prestado especial atención en seleccionar como indicios aspectos de la formulación diferentes del léxico. Éste suele constituir una evidencia primordial a la hora de dar cuenta tanto del carácter especializado de un texto como de su grado de especialización (cfr. Ciapuscio 1998, 2002), sin embargo, en esta investigación se ha optado por un recorrido inverso, que parte de los textos y culmina en las unidades léxicas empleadas en ellos.

3.2.1. El nivel situacional

Los seis textos son de circulación restringida al ámbito académico: el primero apareció en una revista especializada de la Universidad Autónoma de México; los textos 2, 3 y 4 son resultados de investigaciones presentados en congresos nacionales; el quinto es parte de un manual universitario de limnología, y el sexto integra un libro especialmente producido para el perfeccionamiento de docentes de la escuela media, como se puede observar en el cuadro 3.2. Los indicios más evidentes tanto del contexto social como de la circulación interna al campo científico de estos textos se encuentran en el paratexto lingüístico: encabezados, portadas, tapas, prólogos, notas.

En el cuadro 3.3. se presenta el modo en que se instancian en los textos los valores relativos a los participantes de la comunicación. En cuanto al número de los participantes, en los cuatro primeros textos el productor textual es grupal: varios autores que conforman un equipo de

investigación en instituciones de educación superior. En estos cuatro textos el destinatario es parte de la comunidad científica: lectores de la revista especializada y asistentes a los congresos. El texto 5 tiene un destinador único cuyo destinatario es el estudiante avanzado de ecología que toma un curso de limnología. Finalmente, los productores textuales del texto 6 asumen el rol de capacitadores de profesores de educación media que necesitan perfeccionarse en temas vinculados con el medio ambiente.

Respecto del rol social de los participantes, los indicios lingüísticos permiten establecer su grado de formación en la disciplina. Así, los textos 1, 2, 3 y 4 presentan una relación simétrica entre el productor textual y el destinatario, ambos especialistas, mientras que en los textos 5 y 6 la relación entre los participantes es asimétrica: la comunicación se da entre un destinador especialista y un destinatario semi-especialista.

La evidencia analizada para los diferentes parámetros del módulo situacional (pertenencia institucional, tipo de publicación, ámbito de circulación, etc.) permite afirmar que los seis textos del corpus comparten la característica de poseer un productor textual especializado en el estudio ambiental del agua. No obstante, únicamente en los cuatro primeros este destinador especialista comunica su mensaje a un par. Esta relación simétrica establecida entre los interlocutores se evidencia no solo por la información relativa a los participantes que se puede rastrear en los paratextos lingüísticos sino también por características textuales que se verán en detalle en los apartados siguientes, como la demostración empírica en tanto realización de la función de *dirigir*, la perspectiva sobre el tema o el nulo tratamiento que recibe el léxico en estos textos. Los otros dos textos coinciden en presentar un destinatario semi-especialista: un aprendiz avanzado, en el texto 5, y un profesor de enseñanza secundaria, en el texto 6. Esta asimetría no solo se percibe en el paratexto lingüístico sino también en el icónico, por la profusión de elementos gráficos al servicio de propósitos expositivos. Estos recursos son pauta, a su vez, de la perspectiva didáctica que los dos textos asumen respecto del tema textual. La relación asimétrica se manifiesta, además, en el modo en que la función de dirigir se instancia en ellos (cfr. 3.2.2. *infra*).

Del análisis del corpus en su dimensión situacional se han obtenido una serie de indicadores que aportan información para caracterizar los textos como científicos, por un lado, y por otro lado, para reconocer distintos grados de especialización, sustentados en principio por la relación entre los interlocutores. En los apartados que siguen se completan estas observaciones con el análisis de las otras dimensiones textuales.

nivel situacional	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
contexto social	ámbito académico					
evidencia	pertenencia institucional de los productores textuales en notas al pie o llamadas debajo del nombre de los autores					
ejemplos	*Programa de Ecofisiología Aplicada, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján.*	*Área Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento.*	*Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. U.N.T.*	*Facultad Regional Rafaela. Universidad Tecnológica Nacional.*	*Catedrático de Ecología de la Universidad de Barcelona*	*Licenciada en Ciencias Biológicas Universidad de Buenos Aires. Doctora en Ecología de la Universidad de Montpellier (Francia).*
tipo de comunicación	comunicación interna dentro de la disciplina o disciplinas cercanas					
evidencia	pautas relativas al tipo de circulación del texto, presentes en el paratexto					
ejemplos	Encabezado de página: *Revista Internacional de Contaminación Ambiental de la Universidad Autónoma de México*	Pie de página: *III Jornada de Investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento*	Tapa: *Memorias del XVIII Congreso Nacional de Agua*		Prólogo: *cursos de Limnología de la Universidad de Barcelona*	Tapa: *Programa de perfeccionamiento docente*
situación ambiental	textos escritos, publicados en las últimas dos décadas del siglo XX en publicaciones de circulación restringida al ámbito académico					
evidencia	referencias espaciales y temporales en el paratexto					
ejemplos	Encabezado de página: *Rev. Int. Contam. Ambient. 14 (2) 69-77, 1998.*	Pie de página: *Los Polvorines, Prov. de Buenos Aires, 29 de noviembre de 2001*	Tapa: *Santiago del Estero, Argentina. Junio, 2000.*		Portada: *Universidad de Barcelona, 1983*	Tapa: *Conicet, Ministerio de Cultura de la Nación*

Cuadro 3.2.: Contexto social, tipo de comunicación y situación ambiental (nivel situacional).

nivel situacional	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
participantes de la comunicación						
número	productor textual: equipo de investigación				un autor	dos autoras
evidencia	paratexto lingüístico					
ejemplos	siete investigadores del Programa de Ecofisiología Aplicada del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján	cinco investigadores del Área de Química de la Universidad Nacional de General Sarmiento	tres investigadores del Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada de la Universidad de Tucumán	tres investigadores de la Universidad Tecnológica Nacional	Ramón Margalef Prólogo: *Este libro se ha ido gestando con la preparación de la lecciones de los cursos de Limnología explicados a lo largo de diez años en la Universidad de Barcelona*	Dina Foguelman y Elizabeth González Urda Contraportada: *Licenciada en Ciencias Biológicas, Doctora en Ecología, Profesora del Taller de Ecología y del Seminario V Ecología.*
rol social	especialista ↔ especialista				especialista ↔ semiespecialista (aprendiz de especialista)	especialista ↔ semiespecialista (profesor)
relación	simétrica				asimétrica	
evidencia	• referencias a la pertenencia institucional de los destinadores y a la clase textual a la que pertenece la publicación (paratexto lingüístico) • diversas realizaciones de la función de dirigir (*demostrar* vs. *recomendar* vs. *dar instrucciones*) • perspectiva temática • diferencias en cuanto al tratamiento del léxico					

Cuadro 3.3.: Participantes de la comunicación (nivel situacional).

3.2.2. El nivel funcional

La jerarquía funcional, esto es, cuál es la ilocución dominante y cuál la subsidiaria, determina a la vez que es determinada por la clase textual. Tal como afirma Weinrich (1994), "un conocimiento recibe su valor de verdad no porque brille en un cerebro sino que solo puede lograr validez científica en tanto se dé a conocer al público científico y de ese modo se ofrezca a la crítica. Si puede hacer frente a esa crítica, entonces puede considerarse conocimiento verdadero". Un artículo científico o "paper" informa acerca de los resultados de una investigación puntual, pero, a su vez, las condiciones de producción propias de este género hacen que estos resultados deban ser originales y verdaderos. Por lo tanto, el artículo de investigación tiene, ante todo, la meta comunicativa de conseguir la aceptación del destinatario respecto de estos aspectos. No ocurre lo mismo en los manuales. En ellos la función de dirigir aparece en general orientada a apoyar el cumplimiento del propósito central: informar acerca de conocimientos disciplinarios ya reconocidos y aceptados por la comunidad científica.

En el cuadro 3.4. se presenta la jerarquía funcional de cada uno de los textos del corpus. Asimismo, se ilustra el modo en que el nivel de las funciones se vincula con el del contenido semántico a partir del relevamiento del tipo de secuencias que instancian, en cada texto, las ilocuciones principales. Para ello, se han considerado cinco tipos de secuencias básicas[22]. Las secuencias narrativas –que sirven para expresar ocurrencias y cambios en el tiempo– se caracterizan por contener verbos en pasado y complementos adverbiales de lugar y tiempo. Las secuencias descriptivas –que sirven para expresar relaciones en el espacio– presentan verbos de estado, en presente o imperfecto, y adverbios o construcciones locativas. En cuanto a las secuencias expositivas –que hacen a la expresión de representaciones conceptuales y, por tanto, incluyen segmentos explicativos y de definición–, suelen mostrar relaciones semánticas de denominación, definición, inclusión y causalidad. Las secuencias argumentativas –que sirven para establecer relaciones entre conceptos y afirmaciones del destinador– incluyen enunciados negativos y conectores de contraste, adversativos o concesivos. También se consideran argumentativas las secuencias con marcadores de resultado como *por lo tanto, por eso*. Por último, las secuencias instructivas se caracterizan por contener indicadores de

[22] Existen diferentes propuestas acerca de este tipo de unidades retórico-semánticas, que difieren en cuanto a cómo se las define y/o denomina: para Adam (1991), por ejemplo, se trata de tipos elementales de articulación de proposiciones; para Werlich (1975), de unidades estructurales de base semántica, que tienen repercusión en la forma lingüística que los hablantes seleccionan para organizar sus textos. Aquí se sigue la propuesta de Adelstein & Kuguel (2004), basada principalmente en Werlich (1975, *apud* Ciapuscio 1994 y Gallardo 2003).

obligación, como verbos en imperativo e infinitivo, y verbos modales (*deber* y *poder*), entre otros.

En los cuatro primeros textos predomina la función de *dirigir*, realizada como *demostrar*, combinada con la función subsidiaria de *informar*. En efecto, en estos textos los datos brindados respecto de las propiedades de los cursos de agua analizados constituyen las pruebas empíricas que demuestran el grado de contaminación hídrica en cada caso. En el texto 1 se ofrece evidencia respecto del alto grado de contaminación del Río Reconquista, a partir de parámetros fisicoquímicos y biológicos. El texto 2 comprueba que el arroyo Las Catonas (afluente del Río Reconquista) presenta un estado sanitario y un contenido de metales que lo hacen no apto para cualquier uso. El texto 3, por su parte, se centra en el análisis del agua subterránea de una zona de la provincia de Tucumán y muestra que, aun sin superar los límites previstos por la normativa actual, los valores de metales son peligrosos. Por último, el texto 4 verifica la contaminación del agua de pozo de la ciudad de Rafaela en función de parámetros bacteriológicos.

Los ejemplos transcriptos en el cuadro 3.4. permiten apreciar que en estos textos las ilocuciones informativas se construyen mediante secuencias descriptivas y narrativas. Las primeras se centran en la locación del curso de agua estudiado, en sus características esenciales y en propiedades que se observan mediante los análisis científicos. A partir de las secuencias narrativas se explicita la metodología a la que apelaron los investigadores para obtener la evidencia (tomar muestras de agua, someterlas a distinto tipo de pruebas, etc.). Ambos tipos de secuencias constituyen las ilocuciones subsidiarias que contribuyen al logro de la meta principal, que consiste en que el destinatario se convenza acerca de la verdad de los resultados presentados. Para ello se recurre a secuencias argumentativas orientadas ya sea a juicios respecto de lo que queda demostrado (véase el empleo de *mostrar* y *verificarse* en los ejemplos del cuadro 3.4.) o a la puesta en relación de los resultados con sus posibles causas o con sus consecuencias.

En los textos 5 y 6, por su parte, predomina la función de *informar*, que se realiza mediante secuencias expositivo-explicativas en las que se definen o se explican conceptos propios de la disciplina. No obstante, estos dos textos difieren en cuanto a la ilocución directiva empleada como función de apoyo de la exposición: en el texto 5 la función de *dirigir* es instanciada como *recomendar* y en el texto 6, como *dar instrucciones*. En tanto subtipos del discurso instruccional, ambos se configuran como medios para el aprendizaje en la medida en que se busca la autonomía del destinatario respecto de las acciones prácticas o mentales que el

destinador desea que desarrollen (Silvestri 1995). Por otro lado, en ambos casos se plantea una relación asimétrica entre destinador y destinatario, basada en el mayor conocimiento que aquél posee sobre una determinada área temática (Gallardo 2003). Ahora bien, las características diferenciadas entre los dos tipos ponen en evidencia que en el *recomendar* la distancia entre los interlocutores es menor. En efecto, el uso, en el texto 6, del imperativo (*haga una lista, no olvide*), el infinitivo (*observar la turbidez, repetir la observación*) y su combinación con formas interrogativas (*¿Conoce ejemplos de organismos indicadores? Menciónelos*) se contrapone al empleo, en el texto 5, de verbos modales (*los experimentos pueden hacerse en cultivos discontinuos*) o del condicional (*Sería correcto determinar separadamente la materia orgánica disuelta y la que está en forma de partículas en suspensión, empleando para separar una y otra un filtro de características normalizadas*). El *dar instrucciones* supone una mayor distancia entre un locutor con un alto grado de experticia que instruye a un destinatario menos experto[23]. En el *recomendar*, en cambio, se recurre a formas más indirectas para orientar la acción del destinador, puesto que se da por sentada una mayor cercanía en cuanto al nivel de formación, entre un destinador especialista y un aprendiz próximo a serlo.

[23] De hecho, el texto 6 no solo propone ejercicios sino que también incluye una sección que ofrece la correcta resolución de las actividades propuestas, denominada "Clave de respuestas".

	función predominante	función subsidiaria
Texto 1	dirigir: **demostrar**	**informar**
secuencias	**argumentativa**: *Dado que se han iniciado medidas de saneamiento en el Río Reconquista, este estudio constituye una línea de base útil para el control futuro de los efectos de las acciones que se implementen. Asimismo, la evaluación de los patrones espaciales de distintos parámetros limnológicos contribuye a definir las zonas críticas, orientando las decisiones tendientes a la recuperación.*	**narrativa**: *Se tomaron muestras de agua del río por duplicado, se trasladaron al laboratorio a 4 ºC y se analizaron en el día de su recolección.* **descriptiva**: *El arroyo Morón le aporta un importante flujo de contaminantes de efluentes domésticos y de numerosas fábricas (frigoríficos, tejedurías, productos químicos, mataderos, etc.).*
Texto 2	dirigir: **demostrar**	**informar**
secuencias	**argumentativa**: *Con respecto a los resultados obtenidos en los cultivos en lote de las cepas seleccionadas 200H y B101N no se detectaron interacciones con el plomo presente durante los diferentes estadíos de crecimiento, así como no se observó variación en la concentración del cobre en el medio de cultivo. En cambio, hubo una fuerte interacción con el cinc y el cadmio desde la fase de crecimiento exponencial hasta la estacionaria: los cultivos realizados demostraron que estos metales disminuyen apreciablemente su concentración en la fase acuosa, incorporándose a la fracción que contiene las células.*	**narrativa**: *Se seleccionaron dos sitios de muestreo sobre el arroyo Las Catonas, en los que se tomaron muestras de agua y de barros, en recipientes estériles.* **descriptiva**: *El aspecto del arroyo varía a lo largo de su recorrido. En la cuenca superior se encuentran pocos residuos sólidos urbanos en sus márgenes y cauce; a la altura de la calle General Lamadrid se ha observado la presencia de abundante espuma en ciertos tramos del arroyo, y más adelante, en particular desde la zona cercana a la desembocadura del arroyo Los Perros, se incrementa la cantidad de residuos sólidos urbanos presentes.*
Texto 3	dirigir: **demostrar**	**informar**
secuencias	**argumentativa**: *La distribución espacial de la mayoría de los elementos analizados muestra que las concentraciones tienden a aumentar hacia el centro de la cuenca hidrogeológica, a lo largo de un eje que posee una dirección NO-SE, dirección que corresponde al sentido del movimiento regional del agua subterránea.*	**narrativa**: *A lo largo del año 1998 se llevó a cabo el muestreo de aguas extraídas de 28 pozos profundos, cuya distribución se detalla en la Figura 2.* **descriptiva**: *El sector estudiado se encuentra dentro de la región denominada por Tinco et al. (1984) como provincia hidrogeológica de la llanura oriental, la cual se extiende hacia la provincia de Santiago del Estero desde la Sierra del Aconquija, por el Oeste, hasta la Sierra de Guasayan al Este.*

Cuadro 3.4.: Jerarquía ilocucionaria y secuencias predominantes (nivel funcional).

Texto 4	dirigir: **demostrar**	**informar**
secuencias	**argumentativa**: *Se verificó la contaminación de las aguas subterráneas en las zonas industriales, como consecuencia de la actividad del hombre En cuanto a los parámetros bacteriológicos, la no potabilidad de las muestras se debió fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas, no encontrándose contaminación de tipo fecal.*	**narrativa**: *Se muestrearon 25 sitios ubicados en 4 zonas distintas de la ciudad, correspondiendo una de ellas a la zona industrial y las tres restantes a barrios residenciales (Figura 1).* **descriptiva**: *Si bien la ciudad cuenta con una extensa red de agua potable, aún existen zonas donde no se cuenta con este servicio y en la mayoría de los casos el agua es utilizada para consumo humano, desconociendo su potabilidad*
Texto 5	informar: **exponer**	dirigir: **recomendar**
secuencias	**expositiva**: *Contaminación o polución es un término más jurídico que limnológico, pues significa solamente que un recurso ha cambiado de tal modo que ya no es utilizable, o bien su valor ha disminuido.* **explicativa**: *En un río contaminado, la estructura normal vertical de un ecosistema acuático está exagerada y deformada, porque el gradiente máximo se hace aproximadamente horizontal.*	**argumentativa**: *Más sugerente y útil es la aplicación de principios generales de la limnología a la consideración de los segmentos impurificados de un río.* **instructiva**: *El limnólogo, en este caso, debe entender que la legislación ha de incluir alguna referencia cuantitativa y se le puede convencer que la proponga. El limnólogo desea asegurarse y aquí aparece otra dificultad. El limnólogo se puede situar en el papel de un ingeniero que construye un puente, y que va a adoptar un elevado factor de seguridad. De esta forma se podría sugerir un límite varias veces más bajo que el razonable, suponiendo que, aunque todos los otros factores vayan en contra, probablemente no saldremos de la zona de seguridad.*
Texto 6	informar: **exponer**	dirigir: **dar instrucciones**
secuencias	**expositiva**: *En síntesis, un río no es solo una corriente de agua estirada sobre la tierra y que drena un área: también es un conjunto de ecosistemas acuáticos, un conector de ecosistemas diversos que intercambian elementos por su intermedio, una vía de entrada y de salida de materiales, un eficaz medio de dispersión de especies animales y vegetales e incluso un regulador climático cuando es suficientemente caudaloso.*	***instructiva**: Actividad N° 20 Haga un listado de posibles intercambios en un ecosistema fluvial, clasificando a) Entradas de energía y materiales, y b) Salidas. No olvide incluir efectos de las actividades humanas. c)¿Qué efecto puede tener la tala de bosques o de la vegetación natural, en particular la de la costa, sobre 1) las entradas de materiales y 2) el régimen de los ríos?*

Cuadro 3.4. (continuación): Jerarquía ilocucionaria y secuencias predominantes (nivel funcional).

3.2.3. El nivel del contenido semántico

3.2.3.1. Dominio, tema y despliegue temático

Los seis textos fueron producidos en el subdominio específico de la limnología –rama de la ecología que estudia las aguas no marinas– y comparten la misma área temática: la contaminación hídrica[24]. En cuanto al tema textual, todos ellos abordan la contaminación del agua; los cuatro primeros analizan la contaminación de un curso de agua en particular y los dos últimos exponen las causas y consecuencias de la polución hídrica en general (ver cuadro 3.5.).

Por otro lado, respecto de la originalidad del tema propuesto, los textos 1 a 4 son formas primarias. Como indicio se puede señalar la clase textual misma a la que pertenecen: el primero, en tanto "paper" de una revista especializada en contaminación ambiental, y los otros tres, en tanto ponencias presentadas en un congreso sobre el uso y la preservación de los recursos hídricos, deben presentar resultados de investigación novedosos para la comunidad científica.

También la clase textual de los textos 5 y 6 es prueba de su grado de originalidad: se trata de manuales y, por ende, de textos de carácter secundario. Esto queda ilustrado en el cuadro 3.5. en los ejemplos que aluden a los textos primarios a los que cada uno refiere.

Si se toma en cuenta la perspectiva sobre el tema, se puede observar que los cuatro primeros textos poseen una perspectiva científica aplicada, lo cual se manifiesta claramente en los objetivos enunciados de manera directa: *El objetivo del trabajo es evaluar la calidad actual de las aguas subterráneas en...* (ver más ejemplos en el cuadro 3.6.).

Los otros dos textos, en cambio, adoptan una perspectiva didáctica, que se explicita en ambos prólogos y se advierte (de manera más llamativa en el texto 6) en los recursos gráficos a los que se apela en el paratexto icónico.

En los cuatro textos que presentan los resultados de investigaciones científicas –como en todos los textos de su tipo– la expansión del contenido constituye la "puesta en texto" de las diversas etapas del estudio realizado, con especial atención a la validación de una hipótesis que diera origen a tal estudio. Esta "textualización" suele seguir un ordenamiento en partes que, según normas estilísticas propias del ámbito especializado en que se produce el texto,

[24] La selección de un área temática especializada es uno de los criterios con los que se conformó el corpus textual (cfr. 2.2.).

pueden estar más o menos estandarizadas[25]. En los textos 1 a 4 del corpus se observa, entonces, la existencia de cuatro partes fijas: introducción, metodología, resultados y conclusión[26]. Esta partición, tradicional en las ciencias experimentales, se reproduce en los cuatro textos con muy ligeras variaciones[27]: en la introducción de los textos 1 y 3, por ejemplo, la descripción del área de estudio se presenta como un apartado distinto. Lo mismo ocurre con los objetivos en el texto 4. El texto 2, por su parte, subdivide el apartado destinado a la metodología en tres subapartados. Por último, el texto 1 considera tres partes finales: resultados, discusión y conclusiones.

También hay coincidencias en estos cuatro textos en cuanto al tipo de procedimiento utilizado para desplegar los núcleos temáticos de cada parte textual. La introducción suele apelar a secuencias descriptivas y/o argumentativas; la metodología a secuencias narrativas, y la conclusión a secuencias argumentativas. Es en el tratamiento de la parte "resultados" que se advierten algunas diferencias entre ellos (cfr. cuadro 3.7.).

Cabe recordar que el recurso a los distintos tipos de secuencias está estrechamente vinculado con el tipo de referente tratado en cada apartado. Así, la descripción es el procedimiento más apropiado para ubicar espacialmente el curso de agua analizado y comunicar sus propiedades esenciales (*El río Reconquista es un curso de agua templado...)*. Por otro lado, la presencia de secuencias argumentativas en la introducción (*Ante esta situación se consideró importante realizar un relevamiento con el objeto de...)* se explica por la necesidad de este tipo de textos de justificar tanto la importancia como la originalidad del tema a desarrollar (cfr. Adelstein & Kuguel 2004: 30).

En la parte dedicada a la metodología predomina la narración puesto que en tal sección se relatan las acciones llevadas a cabo para validar la hipótesis que ha guiado la investigación: *Para el análisis bacteriológico se realizaron las siguientes determinaciones...* .

En lo que concierne a los resultados, mientras que el texto 1 los despliega a modo de una sucesión de acciones (*La densidad media anual de fitoplancton total aumentó ... Las medias de Chlorophyceae alcanzaron su máximo ...*), los textos 3 y 4 recurren a la descripción (*El Cd*

[25] Si bien la organización en partes textuales del texto científico parece regirse –cada día más– por una serie de pautas no escritas de carácter universal, varios estudios muestran que, sin embargo, ésta no se encuentra exenta de variaciones culturalmente dependientes (cfr. Gnutzman & Oldenburg 1991).

[26] Esta organización sigue, de hecho, la fórmula "IMRD" (introducción, métodos, resultados, discusión), estudiada en los artículos de investigación en inglés (Swales 1990).

[27] En los cuatro primeros textos se incluye, además, un resumen al principio y las referencias bibliográficas al final.

y el Pb se encuentran en concentraciones que .... el 15 % se encuentran fuera del límite de nitrato...). Las secuencias argumentativas presentes en los textos 2 y 4 evidencian los juicios de los investigadores en el análisis de los resultados (por ejemplo: *El fuerte incremento observado de la carga de bacterias de origen fecal podría adscribirse al funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento...*). El hecho de que en el texto 2 no haya ni secuencias narrativas ni descriptivas podría deberse al uso de tablas para mostrar los resultados. Por otro lado, la ausencia de segmentos argumentativos, que en el texto 3 podría responder a su brevedad, en el texto 1 se explicaría por la presencia del apartado "Discusión", en el que tal tipo de secuencia es predominante.

Por último, no es de extrañar que en la conclusión predominen las secuencias argumentativas en tanto ésta no solo suele insistir sobre la importancia del tema abordado sino que también –y principalmente– se centra en reafirmar la validación de la hipótesis (*Se verificó la contaminación de las aguas subterráneas...*).

A diferencia de lo que ocurre en los cuatro primeros textos, en los textos 5 y 6 las partes textuales no siguen una pauta estandarizada; ambos están organizados en partes libres, cuyos títulos anticipan el contenido temático de cada apartado (ver cuadro 3.8.). Tal como es de esperar en textos académicos que adoptan una perspectiva temática didáctica, los procedimientos para desplegar los núcleos temáticos se basan principalmente en secuencias expositivas e instructivas. Por ejemplo: *el oxígeno es un gas fundamental para el desarrollo de procesos aeróbicos de biodegradación, ya que todos los organismos respiran* (texto 6), y *Estos datos se suelen comparar con información sobre la química del agua, por lo menos la DBO, y el consumo de permanganato. Los resultados se pueden expresar en cartogramas, coloreando los distintos segmentos de los ríos según colores convencionales: azul, verde, amarillo y rojo, respectivamente, para las zonas xenosaprobias, oligosaprobias, mesosaprobias y polisaprobias* (texto 5).

Tanto la división de los subtemas en apartados como las características de las secuencias expositivas e instructivas empleadas para desplegar el contenido ponen en evidencia una diferencia entre los textos 5 y 6 en cuanto al tratamiento del referente. Esta diferencia consiste fundamentalmente en que el texto 6 apela a más recursos facilitadores de la comprensión. Esto se advierte en la estructuración en partes, en la que los apartados –bastante más cortos que los del texto 5– manifiestan una compartimentación del contenido en núcleos más breves y por ende más asequibles. En cuanto a las secuencias empleadas para expandir el tema, se observan más segmentos explicativos, con recurso a la definición (*Un compuesto es*

biodegradable cuando puede ser asimilado y metabolizado por seres vivos) y la explicación causal (*El análisis de temas sanitarios se presta a ser abordado en forma interdisciplinaria ya que involucra aspectos provenientes de las ciencias naturales y de las ciencias sociales*). Esto se corresponde, además, con las secuencias instructivas con carácter más imperativo que ya se presentaron al analizar el nivel funcional (*Recorra uno a uno los ambientes de su casa y liste las posibles fuentes de contaminación*).

	Dominio	Sub-dominio	Área temática	Tema textual	Originalidad	Indicios lingüísticos
Texto 1	ecología	limnología	contaminación hídrica	contaminación fisicoquímica y de fito y zooplancton del río Reconquista	formas primarias	clase textual: artículo de investigación científica con resultados de investigación propios
Texto 2				contaminación por metales (y su relación con la microbiota) en el arroyo Las Catonas		clase textual: comunicación en congreso de resultados de investigación propios
Texto 3				contaminación por metales de las aguas subterráneas del SE de Tucumán		
Texto 4				contaminación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de Rafaela		
Texto 5				caracterización, causas y consecuencias de la contaminación hídrica	formas derivadas	prólogo: *Este libro se ha ido gestando con la preparación de las lecciones de los cursos de Limnología explicados a lo largo de diez años en la Universidad de Barcelona.* [...] *Las fuentes de inspiración y de información son claras y quedan de manifiesto en la bibliografía utilizada y en las citas del texto.*
Texto 6						*Lea las diferentes definiciones de contaminación y luego intente responder las preguntas del cuestionario guía:* *1.- "Debe considerarse que un agua está contaminada cuando su composición o estado están alterados de tal modo que ya no reúne las "condiciones adecuadas al conjunto de utilizaciones a las que se hubiera destinado en su estado natural" (Organización Mundial de la Salud, O.M.S.)* *2.- "Habrá contaminación de aguas cuando se originen cambios "nocivos resultantes de un acto humano que afecten la composición, el contenido o la calidad natural del recurso". (Asociación de Derecho Internacional).*

Cuadro 3.5.: Dominio, subdominio, área temática, tema textual y originalidad (nivel del contenido semántico).

		Perspectiva
Texto 1	aplicada	*Dentro del marco de un proyecto más amplio sobre evaluación ecotoxicológica del Río Reconquista, el objetivo de este trabajo consistió en determinar las tendencias parciales de parámetros físicos, químicos y biológicos, con el fin de profundizar la caracterización de este río.*
Texto 2		*En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el estudio de los niveles de metales y estado sanitario que presentan las aguas superficiales e intersticiales y los sedimentos en el arroyo Las Catonas. De estas aguas se aislaron y caracterizaron cepas autóctonas multirresistentes (tolerantes) a dichos metales, estudiando posteriormente la distribución de los mismos durante períodos de cultivo en lote, con el objeto de evaluar su potencial uso en procesos de biorremediación de aguas contaminadas.*
Texto 3		*Por tal motivo se realizó un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de este sector.*
Texto 4		*El objetivo del trabajo es evaluar la calidad actual de las aguas subterráneas en la ciudad de Rafaela.*
Texto 5	didáctica	uso de la gráfica (figuras y esquemas) como recurso explicativo prólogo: [Este libro] *Corresponde a una visión personal de lo que debería contener la limnología, cuando se trata de comunicar esta ciencia a estudiantes que traen una preparación determinada y que deberán enfrentarse con una problemática local también definida.*
Texto 6		uso de la gráfica (recuadros, figuras y negritas) como recurso didáctico prólogo: *Este curso tendrá una fuerte base ecológica, pero será en realidad un curso de Medio Ambiente (...) Como dijimos, el tratamiento de temas ambientales, especialmente cuando éstos afectan a la salud, suelen ser buenos motivadores y pueden ser una herramienta accesible y eficaz para la conexión entre el aula y la sociedad. Por eso le sugerimos algunas actividades que pueden ser coordinadas con docentes de otras áreas.*

Cuadro 3.6.: Perspectiva sobre el tema textual (nivel del contenido semántico).

	despliegue temático			
	introducción	metodología	resultados	conclusión
títulos	INTRODUCCIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO	MATERIALES Y MÉTODOS	RESULTADOS	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES
secuencias	secuencias descriptivas	secuencias narrativas	secuencias narrativas	secuencias argumentativas
Texto 1	*El río Reconquista es un curso de agua templado de llanura en cuya cuenca se establecieron aproximadamente 3 millones de habitantes (alrededor del 1% de la población total de la Argentina y un 31,5% de la población de la Capital Federal y su región metropolitana), así como varios miles de industrias.*	*Se tomaron muestras de agua del río, por duplicado, se trasladaron al laboratorio a 4°C y se analizaron en el día de su recolección. En cada alícuota se determinó por duplicado: turbidez (por nefelometría), sólidos totales (secado a 103-105°C), oxígeno disuelto (Winkler), DBO (consumo de oxígeno en 5 días) y DQO (método del dicromato de potasio).*	*La densidad media anual de fitoplancton total aumentó desde Cascallares hasta San Martín (8 veces) y luego disminuyó hacia Bancalari. Las medias de Chlorophyceae, Cyanophyceae y Bacillariophyceae también alcanzaron su máximo en San Martín.*	*La importancia como factor regulador de las floraciones registradas de algunas especies de cianofitas, que pueden tener efecto tóxico o inhibitorio para el zooplancton, posiblemente se haya limitado a los momentos de dichas floraciones. Los crustáceos planctónicos habrían sido afectados negativamente por el progresivo deterioro espacial de la calidad química del agua. Si bien la respuesta del zooplancton resultó probablemente de la interacción de distintos factores, la declinación del oxígeno habría sido uno de los más determinantes.*
títulos	INTRODUCCIÓN	MATERIALES Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
secuencias	secuencias descriptivas y argumentativas	secuencias narrativas	secuencias argumentativas	secuencias argumentativas
Texto 2	descriptiva: *La cuenca del arroyo Las Catonas, afluente del río Reconquista, tiene una superficie aproximada de 180 km^2 y se encuentra localizada casi en su totalidad en el partido de Moreno.* argumentantiva: *Por otro lado, una de las consecuencias de esta situación es que los contaminantes presentes en las aguas superficiales migren, bajo diferentes condiciones, afectando la calidad de las aguas subterráneas utilizadas por la población como fuente de agua de consumo..*	*Para el estudio de la distribución de los metales en cultivos en lote, se destruyó la materia orgánica de las alícuotas correspondientes a diferentes tiempos de incubación. Se determinó la concentración de Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+} por voltamperometría de preconcentración electrolítica en las soluciones correspondientes a los sobrenadantes, a las fracciones que contienen las células y a los respectivos controles.*	*El fuerte incremento observado de la carga de bacterias de origen fecal podría adscribirse al funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento.*	*Dada la disminución de cadmio y cinc en el medio de cultivo observada durante el crecimiento de la cepa 200H y B101N, éstas son buenas candidatas potenciales para ser empleadas en procesos de biorremediación de aguas contaminadas, particularmente en el caso de cadmio y cinc ya que extraen con elevada eficiencia a estos metales del medio acuoso circundante.*

Cuadro 3.7.: Despliegue temático de los textos 1 a 4, según partes textuales y tipo de secuencias (nivel del contenido semántico).

títulos	INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	METODOLOLOGÍA DE TRABAJO	RESULTADOS	CONCLUSIONES
secuencias	secuencias descriptivas y argumentativas	secuencias narrativas	secuencias descriptivas	secuencias argumentativas
Texto 3	descriptiva: *El área relevada se encuentra ubicada entre los paralelos de 26°45' y 27°30' latitud Sur y los meridianos de 64°45' y 65°30' longitud Oeste (Figura 1).* argumentativa: *Ante esta situación se consideró importante realizar un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de la llanura del Sureste tucumano.*	*Todas las determinaciones mencionadas se llevaron a cabo en el laboratorio del Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, siguiendo la metodología propuesta por APHA (1989). Se determinaron concentraciones totales, sin tener en cuenta la especiación de los elementos.*	*El Cd y el Pb se encuentran en concentraciones que no superan el límite de detección del método. Casi todos los metales analizados, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993) y el Código Alimentario Argentino (CAA 1994) para aguas de consumo.*	*Llama la atención la presencia de concentraciones, cuyos valores, si bien son también muy bajos, sobresalen en relación con los encontrados en sectores aledaños. En esta localidad se encuentra un grupo de cuatro centrales termoeléctricas que abastecen de energía a la provincia de Tucumán y el resto del NOA. Los efluentes de estas centrales se caracterizan por tener un elevado contenido de sales debido al uso del agua en procesos de condensación. Sin embargo, la presencia de maquinarias pesadas, vehículos y combustibles podría dar lugar a la liberación de metales que, al infiltrarse, afectarían los acuíferos más profundos.*
títulos	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	MATERIALES Y MÉTODOS	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	CONCLUSIONES
secuencias	secuencias argumentativas	secuencias narrativas	secuencias descriptivas y argumentativas	secuencias argumentativas
Texto 4	*En tal sentido, y siendo el agua de vital importancia para las necesidades básicas del hombre, resulta indispensable conocer sus características tanto fisicoquímicas como microbiológicas, para evaluar su calidad y detectar sus posibles fuentes de contaminación.*	*Para el análisis bacteriológico se realizaron las siguientes determinaciones: Recuento de bacterias aerobias mesófilas en Agar nutritivo (37° C - 8 hs), por siembra en profundidad. Bacterias coliformes totales, se determinó el NWP/100 ml (37° C - 48 hs) en caldo Mc Conkey.*	descriptiva: *De las muestras analizadas el 65 % no cumplen con el límite establecido para Sólidos Totales, el 35 % no cumple con sulfato...* argumentativa: *El recuento heterótrofo de placa es un indicador del contenido bacteriano total del agua, aunque no todos los microorganismos presentes en ella se desarrollen.*	*Se verificó la contaminación de las aguas subterráneas en las zonas industriales, como consecuencia de la actividad del hombre. En cuanto a los parámetros bacteriológicos la no potabilidad de las muestras se debió fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas, no encontrándose contaminación de tipo fecal.*

Cuadro 3.7. (continuación): Despliegue temático de los textos 1 a 4, según partes textuales y tipo de secuencias (nivel del contenido semántico).

despliegue temático	
partes textuales no estandarizadas	
Texto 5	**Texto 6**
CAPÍTULO 16: CONTAMINACIÓN O POLUCIÓN DE LOS CURSOS DE AGUA COMUNIDADES CAPÍTULO 18: ECOSISTEMAS FORZADOS TEORÍA CONTAMINANTES ESPECÍFICOS METALES MOLÉCULAS ORGÁNICAS CONCENTRACIÓN Y TRANSFERENCIA AGUAS CORRIENTES REFORMULACIÓN DE PROBLEMAS PRÁCTICOS DIAGNOSIS Y VIGILANCIA DECISIÓN TRATAMIENTO PREVENCIÓN	CAPITULO II: EL ECOSISTEMA RÍO - ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: PARECIDOS PERO NO IGUALES (ACTIVIDAD N° 17) LA DIETA DEL PEJERREY TODOS JUNTOS, PERO NO MEZCLADOS (ACTIVIDAD N° 18) LOS PECES VIAJEROS RELACIONES INTER-SISTEMAS: LO QUE ENTRA, LO QUE SALE (ACTIVIDADES N° 19 Y 20) ALGUNOS FACTORES ABIÓTICOS REGULACIÓN DEL ECOSISTEMA FLUVIAL IMPORTANCIA DE LOS ORGANISMOS VIVOS EN EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA (ACTIVIDAD N° 21) CLAVE DE RESPUESTAS: ACTIVIDADES N° 17, 18, 19, 20 Y 21 CAPITULO IV: LAS AGUAS BAJAN TURBIAS ¿QUÉ ES EL AGUA PURA? ¿QUÉ ES CONTAMINACIÓN? (ACTIVIDAD N° 30) TRES CONCEPTOS A DIFERENCIAR: CONTAMINACIÓN, POLUCIÓN Y EUTROFICACIÓN (ACTIVIDAD N° 31) TIPOS DE CONTAMINACIÓN ACUATICA CONTAMINACIÓN FÍSICA CONTAMINACIÓN QUÍMICA CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA BIDEOGRADABILIDAD FUENTES DE CONTAMINACIÓN VERTIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICO (ACTIVIDAD N° 32) VERTIDOS DE ORIGEN AGROPECUARIO (ACTIVIDAD N° 33) BIOACUMULACIÓN VERTIDOS DE ORIGEN INDUSTRIAL VERTIDOS PRODUCIDOS POR LA NAVEGACIÓN CONTAMINANTES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS CONTAMINACIÓN Y SALUD (ACTIVIDAD N° 34) ¿CÓMO SE MIDE LA CONTAMINACIÓN? DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) ORGANISMOS INDICADORES (ACTIVIDAD N° 35) CONTAMINANTES ESPECÍFICOS CLAVE DE RESPUESTAS: ACTIVIDADES N° 30, 31, 32, 33, 34 Y 35

Cuadro 3.8.: Despliegue temático de los textos 5 y 6, según partes textuales y tipo de secuencias (nivel del contenido semántico).

secuencias expositivas	
La composición de los pigmentos vegetales se puede usar como un dato complementario en las estimas de la polución. La destrucción de los organismos y las condiciones de su descomposición en el agua contaminada conducen a una descomposición más rápida de la clorofila que de los carotinoides, de manera que el cociente D_{430}/D_{665} en material de ríos contaminados es muy alto. En ríos del Centro de España, estudiados por Nieto (fig. 16-19), dicho índice vale entre 5,3 y 8,3 para el seston, y entre 15,0 y 32,3 para el sedimento de tramos muy contaminados, frente a valores, respectivamente, de 2,7 a 3,8 y de 2,6 a 4,8, para tramos de oligosaprobios a mesosaprobios.	*Los compuestos biorresistentes, si no sufren algún tipo de degradación físico-química, se acumulan intactos en el medio ambiente (sedimentos, agua, suelo) o en los seres vivos. En el ultimo caso se puede dar, además, un fenómeno de concentración de la sustancia tóxica a lo largo de la cadena trófica de manera tal que en los últimos eslabones se pueden llegar a dosis nocivas y hasta letales.* *Un ejemplo clásico es lo ocurrido en la bahía de Minamata en Japón, en 1953. En esta zona de pescadores se empezaron a registrar casos de envenenamiento por mercurio y malformaciones en los recién nacidos. Investigando se descubrió que una usina de plásticos cercana había eliminado ese metal pesado al agua. Este se acumuló, primero en el fito y zooplancton, luego en moluscos, crustáceos y peces. Estos peces, que no presentaban síntomas, al ser consumidos por los pescadores, fueron los causantes de la intoxicación.*
secuencias instructivas	
Hay que tener en cuenta que el permanganato se descompone también por la presencia de compuestos nitrosos, ferrosos, de sulfhídrico y aun de cloruros, de manera que puede dar a veces valores exagerados; pero, por otra parte, no indica la presencia de materia orgánica más resistente a la oxidación, que hay que descomponer y determinar con mezcla sulfocrómica, en aparato de reflujo. *Más sugerente y útil es la aplicación de principios generales de la limnología a la consideración de los segmentos impurificados de un río.* *Sería correcto determinar separadamente la materia orgánica disuelta y la que está en forma de partículas en suspensión, empleando para separar una y otra un filtro de características normalizadas.*	***Actividad N° 34 para el aula:*** *. Organizar una encuesta local que permita revelar la relación de la población local con el agua y diseñar alguna estrategia de acción.* *1. Trabajando con sus colegas:* *. Del Depto. de Matemáticas; Ud. puede diseñar el muestreo y el tratamiento estadístico de los datos.* *. Del Depto. de Ciencias Sociales: puede intentar relevar el agua en su comunidad a lo largo del tiempo, a través de entrevistas con los mayores, o relevamientos históricos y establecer la relación actual. Se pueden considerar temas y especificar, como inundación, sequía, manejo de cuencas, redes de abastecimiento y cloacas, limpieza de tanques domiciliarios, correcta construcción de pozos negros, etc.* *. Del Depto. de Plástica y de Lengua castellana y/o extranjeras, diseñar posters, folletos, escribir artículos periodísticos o guiones de radio o TV.*

Cuadro 3.8. (continuación): Despliegue temático de los textos 5 y 6, según partes textuales y tipo de secuencias (nivel del contenido semántico).

3.2.3.2. Las redes conceptuales

Para extraer la estructura conceptual de los textos del corpus, se extrapoló el análisis que Beaugrande aplica a porciones textuales (como se ilustró en 3.1.3.) y se construyó una red conceptual global para cada texto de modo de poder establecer semejanzas y diferencias. Debe tenerse en cuenta, además, que en los textos especializados las redes semánticas sirven para identificar la representación conceptual de un dominio. Esto es así puesto que en ellos, el conjunto de las representaciones conceptuales expresan el conocimiento sobre un tema consensuado por la colectividad de expertos (Cabré & Estopà 2000).

En el texto 1, los conceptos primarios se organizan a partir de la 'acción' *determinar/evaluar*, que realizan los especialistas sobre los metales, el fitoplancton y el zooplancton en el agua superficial del Río Reconquista. El comportamiento de estos objetos en el agua –fundamentalmente su concentración, aumento o disminución– les permite a los investigadores evaluar el grado de contaminación del curso de agua analizado. En el texto 1 todos los parámetros evaluados, excepto el zooplancton, indican contaminación (ver figura 3.1.).

El texto 2 se organiza a partir del estudio de metales, bacterias y microbiota en las aguas superficiales, intersticiales y el sedimento del arroyo Las Catonas. Los 'acontecimientos' –específicamente, el exceso de metales y el incremento de bacterias– significan, en este texto, que el arroyo analizado está contaminado. En la figura 3.2. se representan en segundo plano los conceptos 'resistir' y 'biorremediación', vinculados con uno de los 'objetos' analizados (la microbiota), ya que éstos, si bien surgen como resultados de la investigación, exceden el recorte temático específico de la contaminación.

En el texto 3 se estudian los metales pesados en el agua subterránea del SE de Tucumán; su análisis da como resultado una situación de riesgo pero sin contaminación (ver figura 3.3.).

En el texto 4, los 'objetos' analizados por los investigadores son parámetros físico-químicos y bacterias. El exceso de alguno de los primeros y la presencia de cierto tipo de las segundas indica que el agua subterránea de la ciudad de Rafaela se encuentra contaminada (ver figura 3.4.).

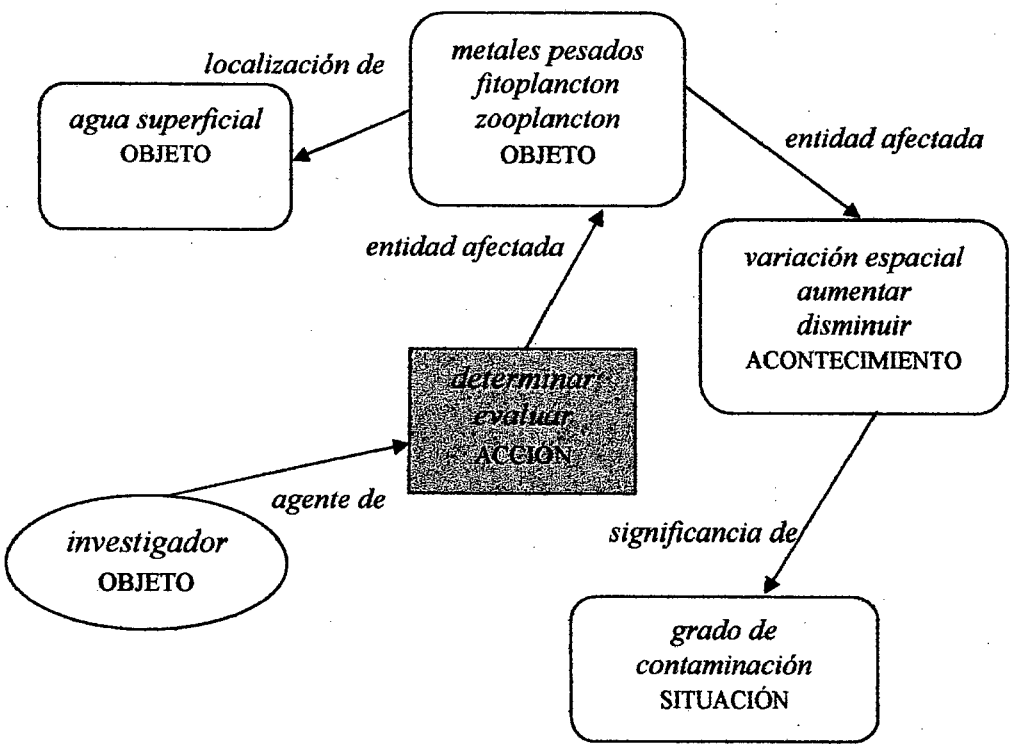


Figura 3.1. Red conceptual del texto 1.

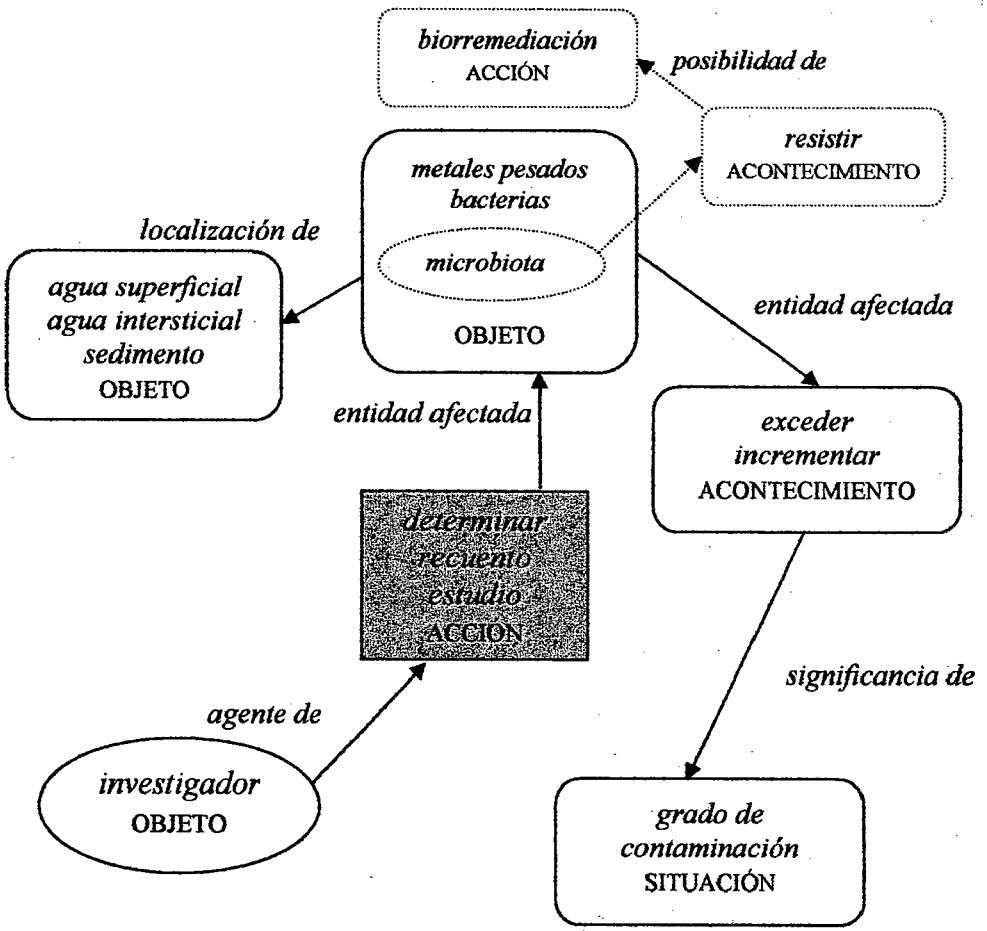


Figura 3.2. Red conceptual del texto 2.

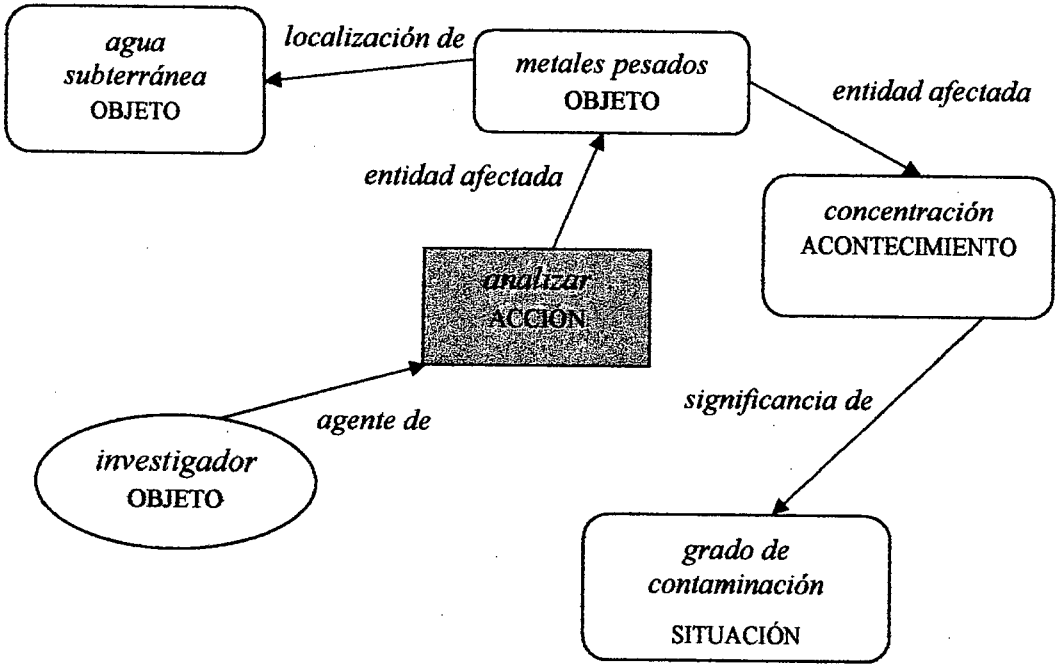


Figura 3.3. Red conceptual del texto 3.

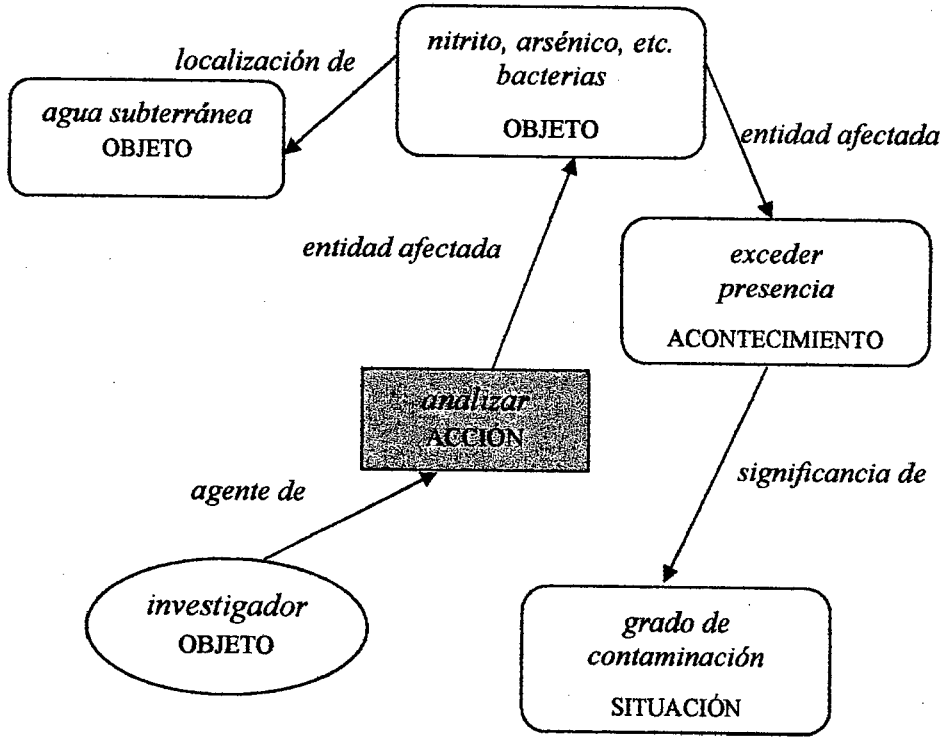
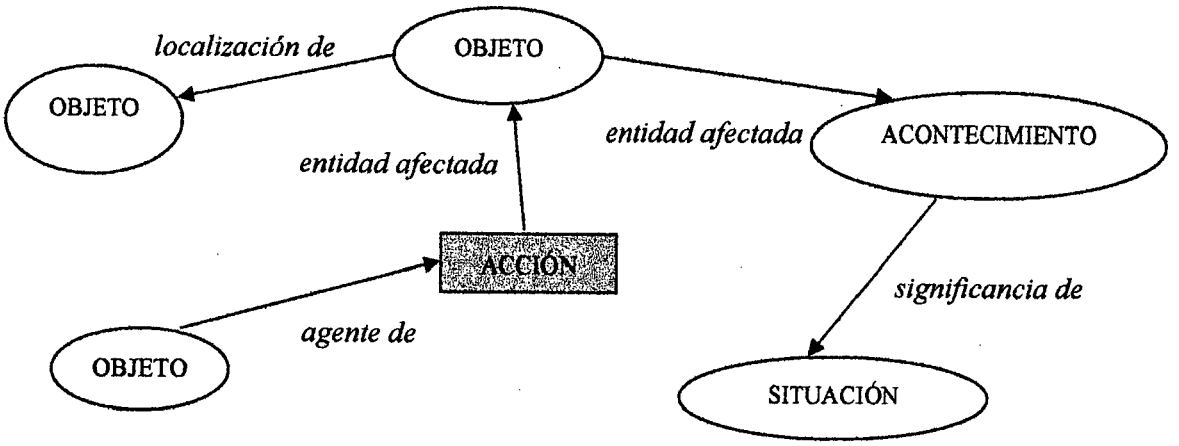


Figura 3.4. Red conceptual del texto 4.

Las redes conceptuales de los textos 1 a 4, que comunican investigaciones efectivamente realizadas sobre diversos cursos de agua, presentan una serie de coincidencias que permiten postular un esquema conceptual común. En todos ellos se pueden reconocer 'objetos' –agentes humanos– que realizan una 'acción' –analizar– sobre 'objetos' que se encuentran en el agua, cuyos 'acontecimientos' –los cambios que se producen en los objetos analizados– son índice y prueba del grado de una 'situación' –la contaminación (ver 2).

(2) Esquema conceptual de los textos 1 a 4.



En comparación con lo que ocurre en estos textos, la configuración conceptual en los dos manuales es ligeramente diferente. En el texto 5, la red conceptual se organiza alrededor de la 'situación' de *contaminación*, que, por un lado, se presenta como afectada por la 'acciones' – *definir*, *medir*, *diagnosticar*, *tratar* y *prevenir*– de un agente humano. Por otro lado, esta situación es causada por una serie de 'acontecimientos' –*vertidos*, *expulsión* y *desagües*– y es causa, a su vez, de la disminución de la diversidad. Finalmente, la 'situación' *contaminación* es atributo del 'objeto' *agua*, en donde ciertos organismos sirven de índice de su grado de contaminación (ver figura 3.5.).

La red conceptual del texto 6 se asemeja a la del texto 5 en que también se organiza alrededor de la 'situación' *contaminación*, vinculada con un agente que la define y la mide. Además, la relación 'causa de' la conecta con distintos tipos de vertidos como 'acontecimientos' causantes y con la 'situación' *enfermedad* como su efecto. En la figura 3.6. se advierte, por otro lado, que una serie de 'objetos' presentes en el agua –los contaminantes– permiten que ésta sea calificada como contaminada. A diferencia del texto 5, en el texto 6 se especifican tres tipos de contaminación: física, química y biológica.

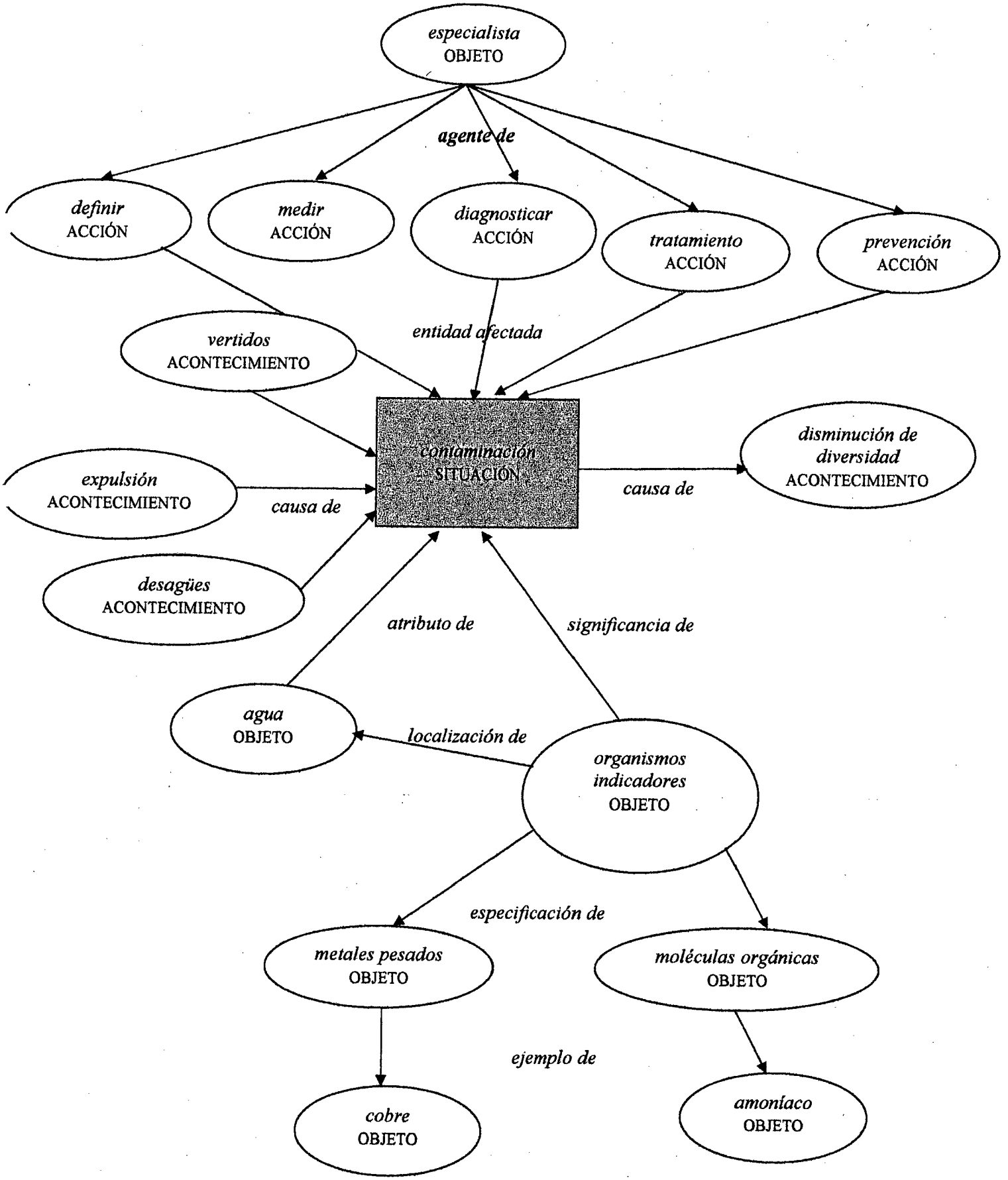


Figura 3.5. Red conceptual del texto 5.

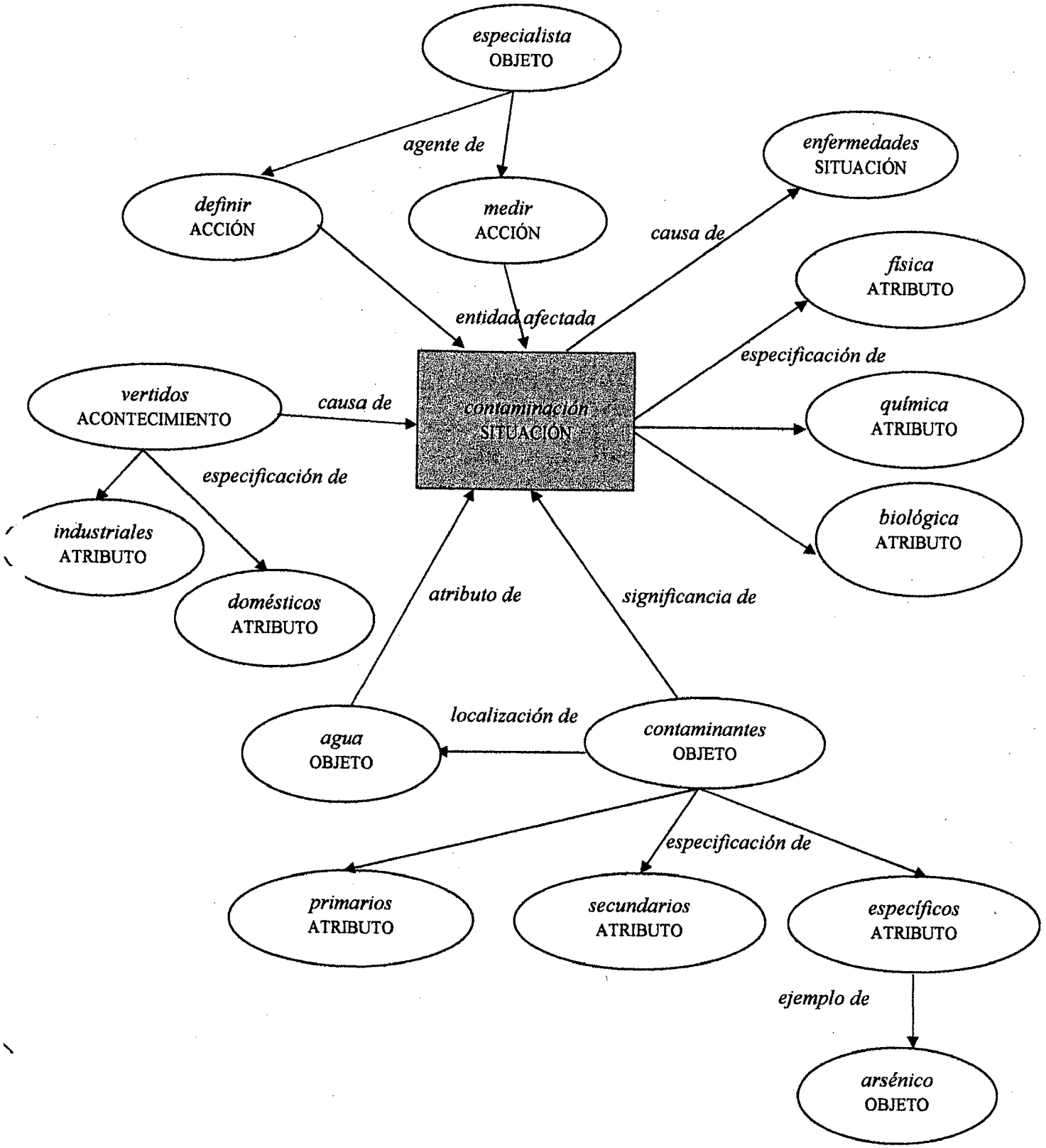
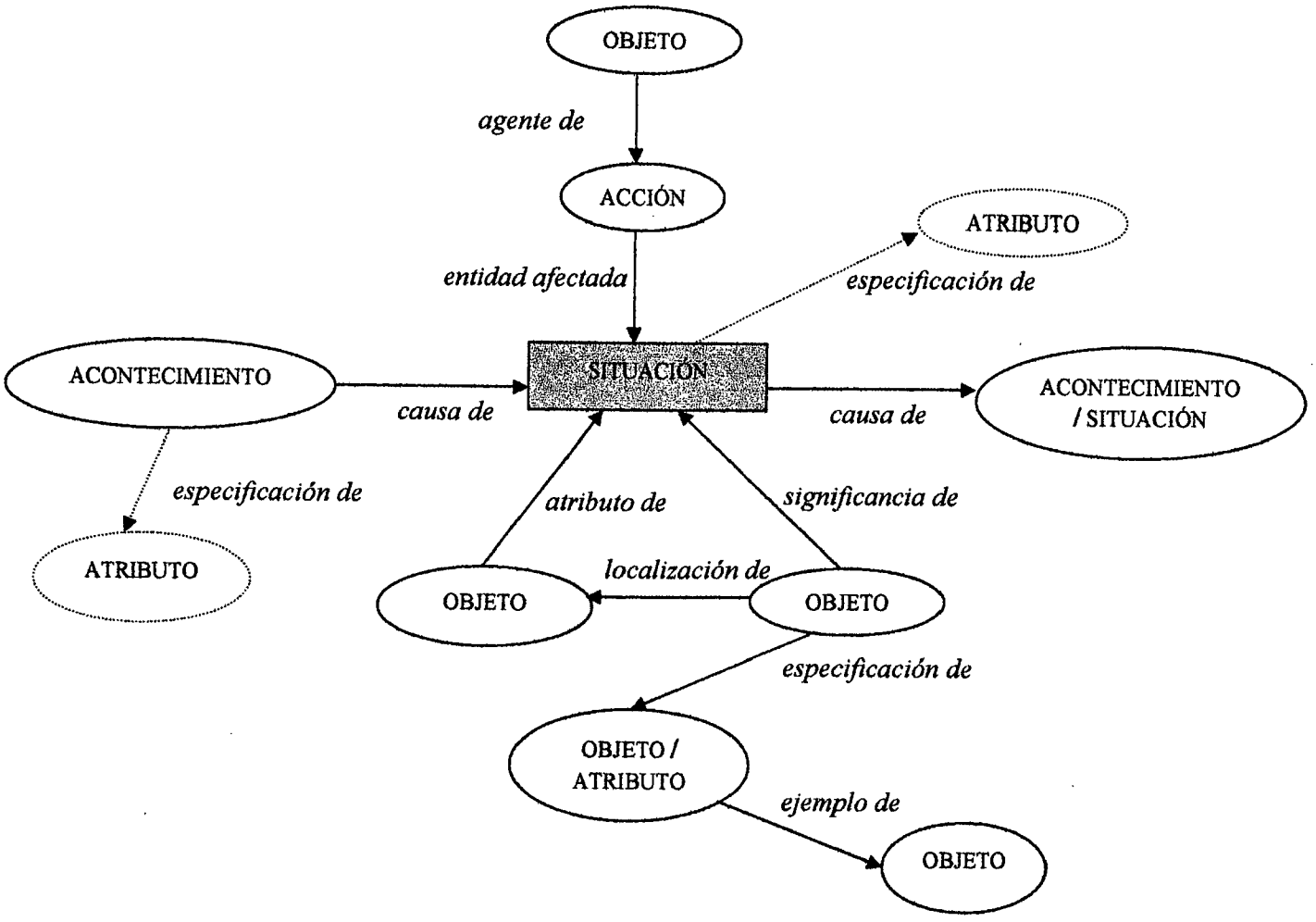


Figura 3.6. Red conceptual del texto 6.

Las redes conceptuales de los textos 5 y 6, que exponen conceptos centrales de la limnología, se pueden representar mediante un esquema único (ver 3). En él, el concepto predominante es una 'situación' *–contaminación–* que se presenta con sus causas y consecuencias; que se vincula con los 'objetos' contenidos en el agua, que aparecen especificados y ejemplificados, y que, al igual que en los textos 1 a 4, es afectada por la 'acción' de un agente humano. Los nodos conceptuales que aparecen con línea punteada –la especificación del tipo de 'situación' y del tipo de 'acontecimiento' causante de esa 'situación'– son los que aparecen solamente en el texto 6.

(3) Esquema conceptual de los textos 5 y 6.



Los seis textos coinciden en presentar una estructura conceptual global con 'objetos' compartidos: el agente humano, el agua y los elementos que se encuentran en ella. En todos ellos, además, 'acción' y 'situación' ocupan nodos centrales de la red conceptual; el primer concepto aparece en los textos realizado por verbos del tipo *analizar* o *medir* y el segundo, por *contaminación*. Otra coincidencia importante es que en todas las redes elaboradas existen

nodos vinculados mediante las relaciones de 'agente de', 'entidad afectada', 'localización de' y 'significancia'. En cuanto a las diferencias de configuración conceptual, éstas se explican fundamentalmente por las relaciones de condicionamiento existentes entre las distintas dimensiones textuales.

En los artículos de investigación –textos 1, 2, 3 y 4– la función de *informar*, que se despliega mediante secuencias narrativas y descriptivas, se concentra en la transmisión, en el nivel del contenido, de una investigación de carácter empírico llevada a cabo por un grupo de científicos. No obstante, en estos textos la función informativa es subsidiaria de la función directiva de *demostrar*, que, en lo que refiere a la situación comunicativa, se desarrolla entre interlocutores con el mismo grado de especialización y, por ende, mediante la exposición de pruebas empíricas que sirven para validar el grado de contaminación de un determinado curso de agua. Esto explica que en estos cuatro textos los centros iniciales de control textual sean acciones del tipo *analizar*: los agentes-especialistas analizan objetos (entidades naturales como las bacterias o los metales), cuyo comportamiento (los acontecimientos que refieren a cambios de estado como aumentar o disminuir) es prueba de una situación particular del objeto agua –en este caso, de su contaminación.

En los manuales –textos 5 y 6–, la función predominante de *informar* se despliega mediante secuencias expositivo-explicativas centradas en la situación misma (la contaminación), que se asocia con los objetos (las entidades naturales) que sirven para determinar la calidad del agua y con sus causas y efectos. Las acciones, por si parte, solo aparecen en secuencias narrativas que ejemplifican investigaciones puntuales o en segmentos en los que se instruye acerca de cómo diagnosticar o prevenir la contaminación. La razón de esto es que lo que se comunica a un destinatario menos experto en el tema es cómo caracterizar la contaminación, cómo reconocerla y cómo medirla. La asimetría a nivel situacional se advierte también en la función directiva, secundaria respecto de la función informativa, que tiene una finalidad eminentemente prescriptiva y se realiza en los textos como *recomendar* y *dar instrucciones*.

En la figura 3.7. se representa la red conceptual elaborada a partir de los rasgos comunes de los seis textos del corpus, aclarando los diferentes centros de control textual.

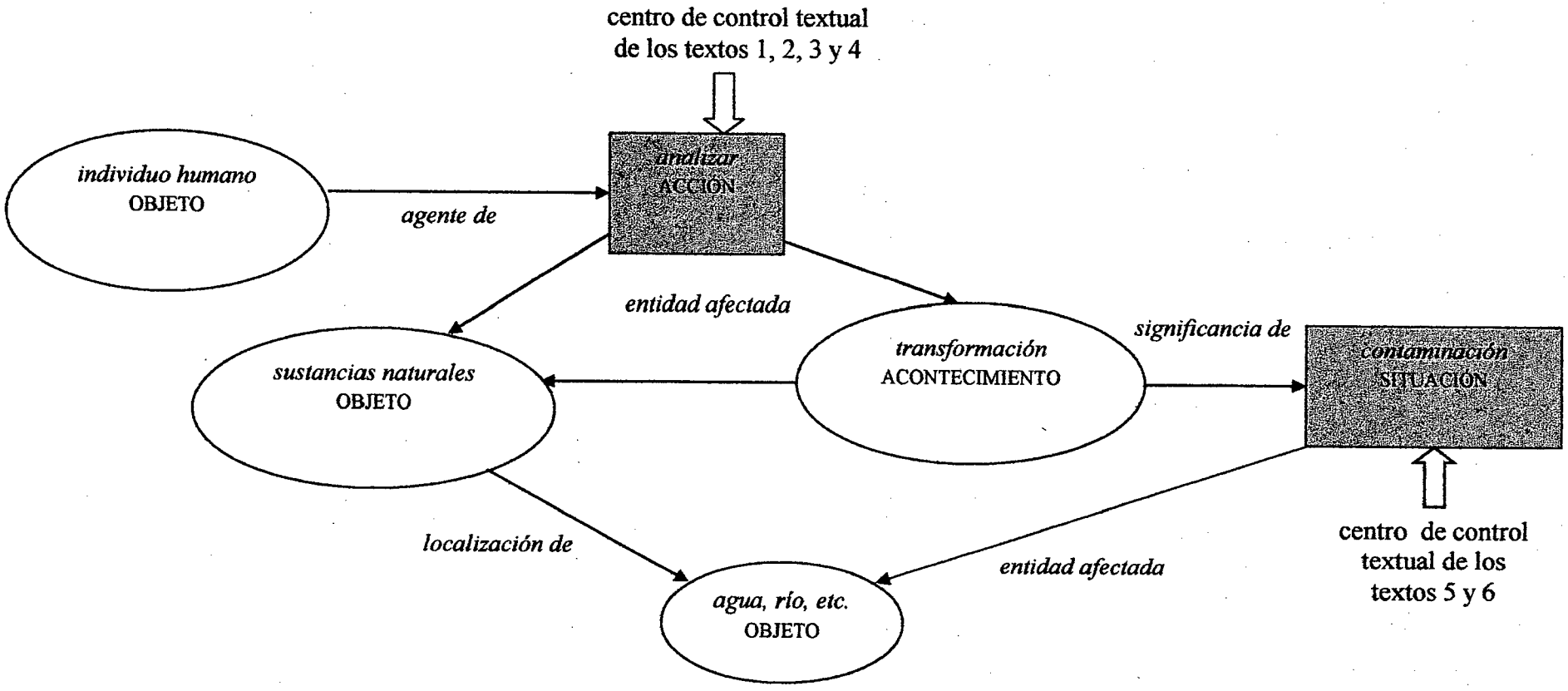


Figura 3.7. Red conceptual global, compartida por los 6 textos.

3.2.4. El nivel formal

En lo que refiere al nivel de la superficie textual, los textos 1, 2, 3 y 4 se ajustan a las máximas retóricas del artículo de investigación. Dentro de los aspectos sintácticos que caracterizan a esta clase textual, se destacan los recursos que contribuyen a crear un efecto de objetividad; en particular los que buscan la desagentivización, ya sea mediante el uso de formas verbales impersonales como mediante la preferencia por terceras personas no animadas en lugar de sujeto.

Los dos textos extraídos de manuales, por su parte, siguen las máximas estilísticas del género en la medida en que recurren a formas gramaticales que reflejan la preocupación del productor textual por incluir al destinatario en el discurso. De este modo, se apela a la primera persona del singular y del plural –*El lector sabrá perdonar mi insistencia...* (texto 5)*; En la Introducción hemos enunciado los conceptos básicos...* (texto 6)– y a la segunda del singular: *¿qué esperaría Ud. encontrar en un río...?* (texto 6). Asimismo se recurre a formas de la modalidad interrogativa e imperativa (ver ejemplos en el cuadro 3.9.).

Los cuatro primeros textos tienen en común el hecho de presentar un escaso tratamiento del léxico. De hecho, el único contexto definitorio encontrado es el siguiente, en el texto 2: *Existen microorganismos resistentes y microorganismos tolerantes a metales. Los resistentes se caracterizan por poseer mecanismos de detoxificación codificados genéticamente, inducidos por la presencia del metal. En cambio, los tolerantes son indiferentes a la presencia o ausencia de metal.* Esto se explica por la simetría presupuesta entre destinador y destinatario. Por el contrario, los textos 5 y 6, que pertenecen a la clase textual manual, abundan en recursos de tratamiento tales como definiciones y reformulaciones (ver ejemplos en el cuadro 3.9.).

El tipo de subtítulos (paratexto lingüístico) así como la gráfica (paratexto icónico) empleados en los artículos de investigación responden más a la disciplina en la que fue producido el texto que al género en sí. En los artículos que se centran en resultados de las ciencias experimentales es costumbre organizar los apartados mediante títulos que anticipan la función del fragmento textual que titulan: introducir la investigación; presentar la metodología empleada para validar la hipótesis; comunicar los resultados obtenidos (ver ejemplos en el cuadro 3.7. *supra*).

Otra característica de los textos científicos del dominio de la ecología es el empleo de gráficos y tablas para volcar los resultados de las pruebas empíricas. Este recurso, que permite

condensar gran cantidad de información en poco espacio, presupone la competencia del destinatario necesaria para descifrar este tipo de elementos icónicos que siguen pautas de codificación específicas de un ámbito especializado (ver ejemplos en el cuadro 3.10.).

Tanto el texto 5 como el 6 se asemejan en que se estructuran mediante subtítulos que anticipan el contenido semántico de la sección que encabezan y, por tal motivo, adquieren un valor resuntivo. Al analizar los títulos empleados en uno y otro texto se advierte en ellos una mayor asimetría entre destinatario y destinador, presente, sobre todo, en el acento puesto en la actitud didáctica de este último. Así, por ejemplo, el subtítulo "Diagnosis y vigilancia" del texto 5 encuentra en "¿Cómo se mide la contaminación?", del texto 6, una reformulación en que el tono remeda al del docente en situación de clase (cfr. cuadro 3.8. *supra*).

Esta misma diferencia entre los dos manuales aparece en el tratamiento de la gráfica. La mayor parte de los gráficos incluidos en el texto 5 exigen un saber especializado por parte del destinatario. Por el contrario, la variedad y el tipo de gráfica –desde tablas hasta viñetas humorísticas– del texto 6 permite postular un destinatario con menos experticia en la iconografía propia de la disciplina en cuestión (ver ejemplos en la continuación del cuadro 3.10. y en los textos mismos, en los *Anexos* al final de la tesis).

	estilo	recursos sintácticos	ejemplos	recursos léxicos	ejemplos
Texto 1	artículo de investigación científica	desangetivización	*La falta de patrones espaciales definidos en la concentración de metales pesados es atribuible al vertido de los mismos en forma intermitente.*	terminología sin tratamiento	
Texto 2			*La remediación definitiva de estos sitios requiere la extracción de los contaminantes.*		
Texto 3			*El As constituye una excepción ya que tiende a acumularse hacia el sur de la cuenca.*		
Texto 4			*En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, en la Tabla I se resumen los valores promedios, mínimo y máximo obtenidos.*		
Texto 5	manual	presencia del destinador y el destinatario en el uso de las formas flexionadas y recurso a las modalidades interrogativa e imperativa	*Diremos que un ecosistema está bajo tensión, cuando queda sometido a una constelación de fuerzas no totalmente habituales, a las que responde de manera que disminuye la desviación esperable a priori.* *El lector sabrá perdonar mi insistencia al recordar de nuevo unos pocos temas esenciales:*	mucho tratamiento	*Puede decirse, de manera muy general, que toda contaminación es una perturbación en el transporte que no ha sido asimilada por la evolución.* *El petróleo es un producto natural, que consiste en una mezcla de compuestos; hay charcos naturales de petróleo expuesto al aire, con microorganismos y larvas de insectos (el díptero efídrido Psilopa) que se alimentan de otros seres que mueren en el petróleo.*
Texto 6			*En la Introducción hemos enunciado los conceptos básicos que caracterizan a los ecosistemas. Los ríos también se organizan como ecosistemas. Por lo tanto, ¿qué esperaría Ud. encontrar en un río, según los conceptos vertidos en la introducción?* *Repetir la observación de las mismas muestras a las 24 y a las 48 horas.*		*-Oxigeno disuelto: el oxígeno es un gas fundamental para el desarrollo de procesos aeróbicos de biodegradación, ya que todos los organismos respiran. La presencia de oxígeno permite que se descomponga totalmente la materia orgánica transformándola en dióxido de carbono y agua. El dióxido de carbono, a su vez, puede ser eliminado o reutilizado por los vegetales.*

Cuadro 3.9.: Recursos sintácticos y léxicos (nivel formal).

Texto 1	Texto 2	Texto 3
Paratexto lingüístico		
títulos funcionales		
Paratexto icónico		
4 figuras 4 tablas	3 figuras 5 tablas	2 figuras 1 tabla

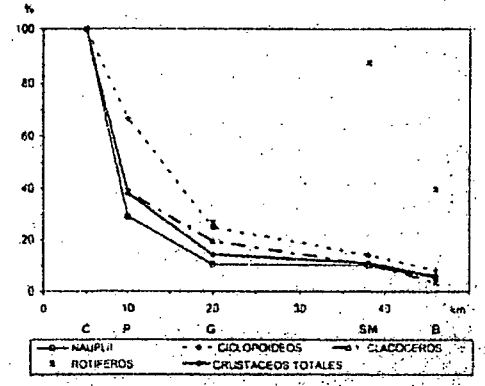


Fig. 4. Variación espacial de las densidades medias anuales de distintos grupos del zooplancton. La media anual máxima de cada grupo se consideró como el 100% para el mismo. Los sitios se ubicaron según su distancia a las nacientes. C: Caseallares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari.

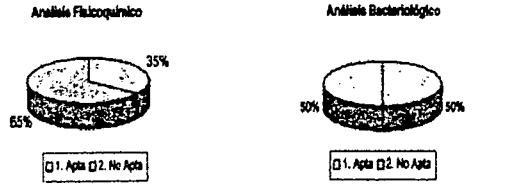
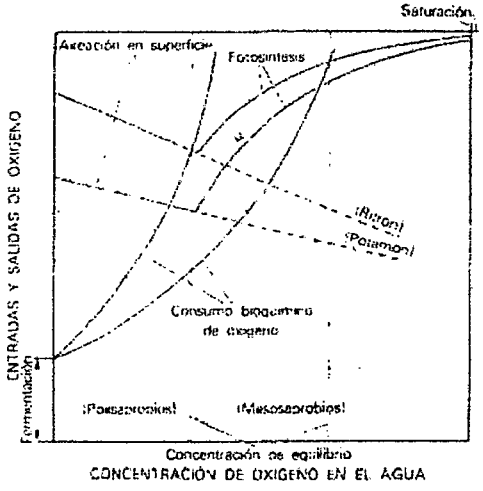
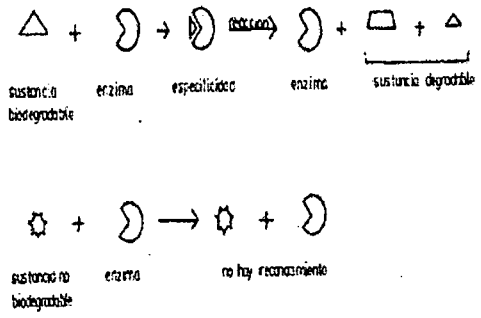
Tabla 1. Arroyo Las Catonas (octubre de 2000): Presencia de metales (ppm) en aguas superficiales, intersticiales y lixiviado de sedimentos. En aguas, ppm equivale a mg/L; en sedimentos corresponde a mg/kg.

	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
Agua superficial (sitio a)	0,375	<0,001	0,018	0,044	0,0045	0,0015
Agua superficial (sitio b)	0,715	0,009	0,044	0,376	0,0057	0,0008
Agua intersticial (sitio a)	4,2	0,011	0,14	-	0,055	0,005
Sedimentos (sitio a)	72,47	0,33	30,51	12,4	-	-
Protección vida acuática	*<0,03*	*<0,0002*	*<0,01*	*<0,02*	-	-
Actividades agropecuarias	*<0,03*	*<0,005*	*<0,05*	*<0,20*	-	-

Descripción	Cr (µg/L)	Mn (µg/L)	Fe (µg/L)	Cd (µg/L)	Cu (µg/L)	Pb (µg/L)	As (µg/L)	Profundidad (m)
El Bracho	0,9	9,8	80	0,2	15,3	6,4	6	103
Mancopa	2,0	0,7	24	nd	8,0	nd	5	107
Esc. El Cortadera!	1,7	0,4	34	nd	5,0	3,3	17	93
Flia Suárez	2,9	1,2	26	nd	3,4	1,5	9	180
Esc Reg 19	0,8	3,4	28	nd	6,6	nd	17	163
Romera Pozo	1,1	1,9	60	nd	4,7	6,1	14	80
Mixta	4,8	1,1	14	nd	5,1	nd	5	104
Las Tusquitas	0,8	3,9	73	nd	3.6	1,6	5	87
Cañada de Vielos	0,4	0,3	33	nd	nd	nd	6	87
Cañada de Vielos	3,8	0,7	37	0,2	4,6	nd	5	123
El Mojón	3,5	2,6	9	nd	5,0	nd	5	180
Las Palmitas	3,8	1,8	12	nd	4,5	nd	12	127
Las 4 esquinas	3,9	0,6	66	nd	3,1	nd	7	180
Los Puestos	4,0	0,4	83	nd	3,3	nd	11	104
Monte Bello	1,4	0,3	15	nd	6,9	nd	2	-
San Felipe	4,0	2,1	9	nd	7,1	nd	3	104
García Fernández	0,7	0,3	22	nd	nd	nd	10	121
Los Sueldos	nd	1,8	10	nd	12,2	nd	nd	-
Las Mercedes	2,8	1,6	19	nd	5,9	nd	9	140
Los Quemados	1,8	0,6	34	nd	4,8	nd	11	85
Nueva España	2,8	6,7	21	0,7	4,8	nd	14	140
Los Gómez	3,5	1,4	69	0,2	4,6	nd	37	100
Los Romano	0,3	65,5	1	nd	4,0	nd	43	-
El Empalme	0,5	nd	-	nd	6,2	nd	11	120
Agua Dulce	3,6	nd	-	nd	8,4	nd	12	110
Orán	0,5	nd	-	nd	4,2	nd	25	140
Tusca Pozo	0,8	5,6	-	nd	3,2	nd	17	102

Tabla 1: contenido de metales pesados y profundidad de los pozos muestreados. (nd) no detecta; (-) sin determinación

Cuadro 3.10.: Paratexto lingüístico e icónico (nivel formal).

Texto 4	Texto 5	Texto 6
Paratexto lingüístico		
títulos funcionales		títulos resuntivos (que anticipan y condensan el contenido y en 6 fáticos también)
Paratexto icónico		
2 figuras 3 tablas	16 figuras 5 tablas	12 gráficos 2 tablas
 Figura 2. Resultados generales de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos efectuados en muestras de aguas subterráneas.	 Figura 18-10 *Concentración de oxígeno en las aguas corrientes, considerado como un equilibrio entre las entradas (aireación en superficie + + fotosíntesis) y el consumo bioquímico dentro del agua. Cuando hay fotosíntesis, la dependencia de la luz hace que no exista un valor fijo de equilibrio, sino fluctuaciones de ritmo diario.*	

Cuadro 3.10. (continuación): Paratexto lingüístico e icónico (nivel formal).

CONCLUSIONES

En este capítulo se han expuesto, por un lado, los principios teórico-metodológicos adoptados para el tratamiento textual y, por otro lado, se han empleado estos principios para analizar los seis textos que componen el corpus de modo de caracterizarlos y establecer semejanzas y diferencias entre ellos.

La elaboración de la tipología discursiva se basó en el modelo de múltiples niveles, que tiene en cuenta tanto los aspectos microesctructurales, relativos a la materialidad lingüística, como aquellas características que surgen de considerar los textos de manera global y en su contexto comunicativo.

La aplicación de esta tipología hizo posible postular el carácter especializado del corpus y fundamentarlo a partir de los modos en que las distintas dimensiones –situacional, funcional, semántica y formal– se manifiestan en los textos. En tal sentido, a nivel situacional, el texto especializado se puede caracterizar como el producto de una interacción comunicativa especializada, marcada institucionalmente, en la que el rol social adoptado por el destinador es el de experto y en que el destinatario puede ser más o menos especialista. Asimismo, la relación entre los interlocutores tiene su impacto no solo en el modo que adoptan las ilocuciones predominantes y subsidiarias, sino también en la perspectiva sobre el tema textual. En el nivel funcional, el texto especializado organiza la selección y la distribución de actos ilocutivos principalmente en relación con las funciones comunicativas de *informar* y de *dirigir*. Tanto la jerarquía funcional como la estructuración y realización del contenido dependen, en gran medida, de la clase textual; el corpus cuenta, en particular, con artículos de investigación y manuales. Las máximas de formulación que rigen los aspectos estilísticos de estos géneros se manifiestan, a su vez, en el nivel formal de los textos de especialidad: desde la inclusión de elementos icónicos hasta el tratamiento del léxico. En cuanto al contenido semántico, el tema y el despliegue temático de este tipo de textos se encuentran fuertemente determinados por su orientación hacia un referente que es abordado como objeto de estudio en un dominio específico de un área del conocimiento.

De la aplicación de la tipología de múltiples niveles surge, además, que los seis textos especializados que constituyen el corpus presentan diferencias en cuanto a su grado de especialización, y que estas diferencias se manifiestan a la vez que se reconocen en el modo en que se realizan los parámetros de los distintos niveles. Así, los textos 1, 2, 3 y 4, en los que la comunicación se da entre especialistas, en que prevalece la función de *dirigir* demostrando

y que evidencian las características formales del artículo de investigación, son los más especializados. El texto 5, producido con una perspectiva didáctica, por especialistas, para futuros especialistas en limnología, en que la función directiva –función subsidiaria de la informativa– se realiza como *recomendar*, es de especialización media-alta. Y, finalmente, el texto 6, si bien coincide con el 5 en que puede caracterizarse como manual, fue tipologizado como de especialización media, debido a la asimetría que presenta con un destinatario semi-especialista, así como a la presencia de secuencias directivas en las que el dirigir se plantea como *dar instrucciones*. De este modo, se concluye que los textos del corpus tienen un alto grado de especialización en la medida en que cuatro de los textos son muy especializados, uno muestra un grado medio-alto de especialización y el menos especializado de ellos es un texto de especialización media.

Por otro lado, con el objetivo de completar el análisis del contenido de los textos, se adaptó una red conceptual que se basa en un enfoque textualista. Tras analizar los "esqueletos" conceptuales subyacentes a cada texto, se construyeron estas redes, con las cuales se pudo dar cuenta de la cercanía cognitiva que existe entre los textos del corpus. En efecto, en todos ellos objetos, acciones, situaciones y acontecimientos hacen referencia a los mismos conceptos: por un lado, a agentes humanos que, mediante acciones vinculadas con la observación y el análisis, aparecen vinculados con entidades naturales localizadas en el agua, y, por otro lado, a objetos o acontecimientos –las mismas entidades naturales y su transformación–, que se relacionan siempre con la misma situación: la contaminación.

Esta proximidad conceptual, constatada entre los textos del corpus, resulta indispensable desde el punto de vista metodológico para encarar el análisis semántico de las unidades léxicas que se presenta en el capítulo siguiente. De hecho, es la garantía de que los seis textos remiten al mismo ámbito cognitivo; es decir, además de pertenecer al mismo subdominio científico, se organizan sobre la base del mismo campo conceptual. Esta constatación es crucial para abordar el tratamiento de la configuración semántica de las unidades léxicas, no solo porque le da sustento al supuesto de que la forma *bacteria*, por ejemplo, refiere al mismo objeto en los seis textos, sino también porque constituye una condición necesaria para hablar de una configuración cognitiva del dominio, tal como se hará en el capítulo 5.

CAPÍTULO 4

4. EL LÉXICO ESPECIALIZADO

En este capítulo se lleva a cabo el análisis semántico de los términos extraídos del corpus. En la primera sección (4.1.) se expone el modelo teórico adoptado para caracterizar la configuración semántica de las unidades terminológicas y en la segunda sección (4.2.) se aplica este modelo al análisis de las unidades que denotan entidades, eventos y cualidades, con el fin de estipular los significados especializados propios del dominio de la limnología. En la parte final (4.3.) se propone una organización de las unidades léxicas con valor terminológico, que surge de las conclusiones obtenidas a partir de la caracterización semántica realizada.

4.1. EL MODELO DEL LÉXICO GENERATIVO

Tal como fuera planteado al exponer el marco teórico (cfr. 1.2.3.), el modelo de Pustejovsky da cuenta del hecho de que las palabras en contexto pueden adquirir un número potencialmente infinito de significados o sentidos y, al mismo tiempo, limita la cantidad de sentidos realmente almacenados en el léxico mental. Esto se logra gracias a la postulación de un léxico generativo, conformado, por un lado, por un conjunto nuclear de sentidos con una estructura interna rica, a partir de los cuales se genera un conjunto mayor de sentidos –a medida que los ítems léxicos individuales se combinan entre sí en frases y oraciones– y, por otro lado, por recursos o mecanismos generativos, encargados de generar estos sentidos "extendidos". Por lo tanto, una unidad léxica puede caracterizarse como una metaentrada con múltiples sentidos, en la que los distintos componentes del significado léxico se delimitan y relacionan entre sí mediante mecanismos generativos que operan al actualizarse el ítem léxico en un contexto determinado. Desde esta perspectiva, la semántica de una unidad léxica puede definirse como una estructura compuesta de cuatro componentes, que contribuyen con un tipo

diferente de información al significado de una palabra: la estructura argumental (EA), la estructura eventiva (EE), la estructura de qualia (EQ) y la estructura de herencia (EH).

La estructura argumental especifica el número y tipo de argumentos lógicos y cómo se realizan sintácticamente. Pustejovsky (1995a) distingue entre argumentos verdaderos, que son los que se realizan obligatoriamente en la sintaxis (*Laura trajo caramelos*), argumentos por defecto, que pueden explicitarse o no, pero no son obligatorios (*Construyeron una casa de madera*), argumentos "sombra", que están semánticamente incorporados en la unidad léxica y, por lo tanto, solo se expresan sintácticamente bajo condiciones específicas (*Se perfumó con perfume francés*), y adjuntos verdaderos, que no están necesariamente ligados a la unidad léxica, sino que se ligan con el predicado en su conjunto (*Se van a Colonia mañana*). En la figura 4.1. se transcriben algunos de los ejemplos que pronpone Pustejovsky (1995a) para representar la estructura argumental.

Estructura argumental de *construir*	Estructura argumental de *patear*
ARG_1 = agente humano	ARG_1 = agente humano
ARG_2 = artefacto	ARG_2 = objeto físico
ARG-D = material	ARG-S = pie

Figura 4.1.: Estructura argumental.

La estructura eventiva consiste en la identificación del evento particular con el que se asocia una palabra y de su estructura eventiva. Pustejovsky (1991b, 1995a y 2000a) plantea que los subeventos se estructuran temporalmente[28] y por prominencia y, en el caso de las expresiones que denotan cambio de estado, por el tipo de oposición que presentan los predicados. Así, *construir*, por ejemplo, se compone de un primer subevento dominante, que denota un proceso, seguido temporalmente de un segundo subevento que refiere a un estado. A su vez, al tratarse de un verbo de transición, tiene como consecuencia la creación de un artefacto (P), que antes de producirse el evento no existía (¬P). En la figura 4.2. se muestran ejemplos de representaciones de la estructura eventiva basados en Pustejovsky (1995a). En *construir* se advierte la estuctura subeventiva del verbo, que se puede descomponer en un proceso y un estado resultante. En *libro* se ilustran los distintos eventos asociadios al nombre, vinculados, a su vez, con los tres argumentos que proyecta (el libro en tanto objeto físico, el libro en tanto información y el agente humano que lo escribe o lo lee).

[28] Las relaciones temporales entre eventos pueden ser de anterioridad (<), de simultaneidad (°) o de posterioridad (>).

Estructura eventiva de *construir*	Estructura eventiva de *libro*
$evento_1$ = proceso	$evento_1$ = ecribir (e_1, agente humano, libro)
$evento_2$ = estado	$evento_2$ = leer (e_2, agente humano, libro)
$e_1 < e_2$	$evento_3$ = contener (e_3, objeto físico, información)

Figura 4.2.: Estructura eventiva.

La estructura de qualia especifica los cuatro aspectos esenciales del significado de una palabra y establece las restricciones semánticas mediante las que una palabra es interpretada en una cierta lengua. Desde el punto de vista de la construcción de tipos semántico-conceptuales, los cuatro qualia –formal, constitutivo, agentivo y télico– constituyen el elemento abstracto del vocabulario que distingue tipos semánticos según los diferentes grados de complejidad, tal como ésta queda determinada por la constitución semántica interna de las unidades (Busa *et al.* 2001). Los qualia no solo estructuran el conocimiento que se tiene de las palabras sino que también sugieren interpretaciones de las palabras en contexto.

Dentro de la estructura de qualia, cada quale provee un componente distinto pero esencial para determinar el significado de una palabra. El quale formal es la referencia al tipo de concepto y el constitutivo al modo material del objeto; tanto el rol agentivo como el télico hacen referencia a eventos, pero en modos diferentes. Mientras que el agentivo identifica un conjunto de eventos individuales involucrados en el origen o la causa del objeto –distinguiendo así clases naturales de artefactos–, el télico refiere a eventos asociados a la función del objeto. Es la predicación en un contexto determinado la que determina el quale, i.e. el aspecto o sentido que se focaliza en cada caso.

En la figura 4.3. se ilustra la representación de las estructuras de qualia de *construir* y *libro* (Pustejovsky 1995a). El quale agentivo de *construir* refiere al acto agentivo que da lugar a un artefacto y el quale formal expresa el estado resultante: haya un objeto, producto del acto de construir. Por su parte, el objeto *libro* es representado como el producto de dos argumentos (información y objeto físico), en el que el quale agentivo especifica que el objeto libro surge de haber sido escrito por alguien, el quale télico explicita el hecho de que el libro es normalmente utilizado para ser leído por alguien, y el quale formal identifica la relación de contención que se establece entre el libro como objeto físico y la información contenida en él.

Estructura de qualia de *construir*	Estructura eventiva de *libro*
Q. AGENTIVO = construir (e_1, agente, artefacto)	Q. AGENTIVO = ecribir (e_1, agente humano, libro)
Q. FORMAL = existir (e_2, artefacto)	Q. TÉLICO = leer (e_2, agente humano, libro)
	Q. FORMAL = contener (e_3, objeto físico, información)

Figura 4.3.: Estructura de qualia.

Finalmente, la estructura de herencia léxica especifica cómo la palabra se relaciona globalmente con otros conceptos en el léxico; la herencia fija representa las relaciones conceptuales existentes y la herencia proyectiva opera generativamente desde la estructura de qualia de un ítem léxico con el fin de crear una estructura relacional para categorías *ad hoc*.

El modo en que se organizan las estructuras argumental, eventiva, de qualia y de herencia de una una palabra depende de los sentidos que se generan en cada contexto. Los mecanismos que operan en esta generación son la co-composición, el ligamiento selectivo y la coerción de tipo.

La co-composición surge de una relación de tipo bidireccional en la que todas las categorías gramaticales –y no solo los verbos– son consideradas como componentes activos en la frase y, por lo tanto, aportan información semántica. A partir de este mecanismo, el significado de una unidad léxica surge de la combinación con otra unidad en la frase. La co-composición es lo que permite explicar, por ejemplo, que *escribir* denote un evento de creación en (1) pero no en (2).

(1) escribió un libro de cocina macrobiótica

(2) escribieron toda la pared con aerosol

En efecto, en la estructura de qualia de *libro*, el quale agentivo, es decir el aspecto del significado que identifica el evento involucrado en el origen de la entidad denotada, contempla 'escribir' como la acción que da lugar al objeto 'libro':

(3) **libro** EQ AGENTIVO = artefacto (*escribir, libro*)

En (2), en cambio, *escribir* no se interpreta como un evento de creación, porque *pared* no contiene este evento en su origen, sino que su rol agentivo vincula al nombre con la acción de 'construir':

(4) **pared** EQ AGENTIVO = artefacto (*construir, pared*)

Otro de los mecanismos que genera significado en contexto es el ligamiento selectivo. Mediante esta operación semántica, un ítem léxico opera sobre un quale de otra unidad sin cambiar su tipo. Así, en el caso de la palabra *cuchillo*, por ejemplo, que denota un objeto concreto creado por el hombre, el contexto sintáctico puede operar sobre sus distintos modos de ser, esto es, sobre sus qualia.

(5) un cuchillo de acero inoxidable

(6) un cuchillo grande

(7) un buen cuchillo

(8) un cuchillo chino

En (5), el complemento preposicional *de acero inoxidable* refiere al modo material del objeto, es decir, al quale constitutivo; en (6), en cambio, el adjetivo *grande* liga el rol formal al predicar acerca del tamaño de la entidad. En (7) el quale ligado es el télico, puesto que el adjetivo hace referencia a la función del objeto denotado, y (8) es un ejemplo de cómo una predicación –en este caso el adjetivo *chino*– puede referir al quale agentivo, de modo que la frase se interpreta como 'un cuchillo hecho por chinos'.

Pustejovsky plantea que todas las palabras presentan cierto grado de subespecificación, o sea, que se comportan en cierta medida como unidades semánticamente livianas, y que esto es esencial en el proceso de composición mediante el cual el significado se termina de completar en contexto (Pustejovsky 1998a: 327). En efecto, en el corpus trabajado, la unidad léxica *organismo*, por ejemplo, activa el sentido de objeto físico natural y puede actualizar sentidos surgidos de una mayor especificación del rol formal (como en 9) o del constitutivo (como en 10).

(9) organismos microscópicos

(10) organismos que integran el medio acuático

El tercero de los mecanismos de generación opera cuando el entorno sintáctico "fuerza" la modificación del tipo semántico. Este proceso, al que Pustejovsky llama "coerción de tipo"[29], es el involucrado en la conocida alternancia en el carácter continuo o discontinuo de ciertas formas nominales (cfr. Bosque 1999):

(11) a. tomar café
b. tomar un café

(12) a. comer un pollo
b. comer un poco de pollo

Así, en (11b) el nombre continuo *café* recibe una interpretación discontinua –'una taza de café'– en virtud del cuantificador *un*. En (12b), por su parte, se da la transformación inversa: *pollo* se interpreta, en tanto nombre continuo, como la sustancia comestible de la que está hecho el animal.

[29] Esta noción, denominada *type coercion* en inglés puede encontrarse en la bibliografía también como *type shifting* (cambio de tipo).

Al proponer la coerción como un mecanismo generativo, Pustejovsky profundiza en este tipo de procedimientos, extendiendo su alcance. Define, pues, la coerción de tipo como una operación semántica que convierte una expresión al tipo esperado por la función gobernante, y postula diversas clases de coerción según el tipo de modificación que el contexto opera en la unidad coercionada (Pustejovsky 2001). Así, si se considera que el léxico se organiza conceptualmente en tres dominios básicos –entidades, eventos y cualidades–, subtipificados según dos rangos –natural o funcional–, la coerción puede influir tanto en el nivel del dominio como del rango.

(13) empezar el libro

(14) disfrutar las flores

(15) arrojar una piedra

(16) una buena piedra

En (13) y (14), por ejemplo, los verbos *empezar* y *disfrutar* influyen en el nivel del dominio al coercionar una interpretación de evento para las entidades *libro* y *flores*. En (13) *empezar el libro* se interpreta como *empezar a leer o escribir el libro*, y en (14), *disfrutar las flores* puede entenderse como *disfrutar oliendo o mirando las flores.*

En (15) y (16), en cambio, el contexto no altera el dominio de *piedra*, pero sí genera sentidos que modifican su rango de natural a funcional; en ambos casos el contexto impone un quale télico al nombre. En (15), la predicación *arrojar* genera una descripción que ubica a la entidad en el rango funcional: al ser arrojada, la piedra es utilizada por alguien como un instrumento, y en (16) la predicación evaluativa *buena* supone el uso de la piedra con algún fin (que, en este caso, es juzgado como bueno).

A continuación se verá cómo estos mecanismos operan activando el valor terminológico de las unidades léxicas del corpus textual. En efecto, el análisis, en el marco del modelo del Léxico Generativo, pone de manifiesto que este valor terminológico es reconocible y se puede relevar a partir de elementos contextuales que son, precisamente, los que intervienen en su generación.

4.2. El léxico especializado en limnología

Una vez realizada la primera caracterización semántica de las unidades léxicas evaluadas como términos por los especialistas consultados (cfr. puntos 3 a 5 del *Apéndice del capítulo 2*) y tras analizar las concordancias textuales de cada una de estas unidades, se seleccionaron

cinco grupos principales que responden a los tipos conceptuales predominantes: las entidades naturales (*alga, oxígeno*), los eventos naturales (*sedimentación, degradar*) y funcionales (*recuento, muestrear*) y las cualidades naturales (*ácido, dureza*) y funcionales (*tolerancia, tóxico*) (cfr. 1. en el *Apéndice del capítulo 4*).

Tras analizar estos cinco grupos de unidades léxicas, en contexto, en el marco del modelo del Léxico Generativo, se obtuvo como resultado la configuración de los significados especializados que se activan en el contexto del corpus, que son, básicamente 'contenedor', 'contenido' e 'indicador'.

El significado especializado de 'contenedor' y su contrapartida evidente, el de 'contenido', se generan por ligamiento selectivo, en unidades léxicas del tipo *agua, sedimento, río*. Por otro lado, el significado 'indicador' se genera por coerción de tipo en los nombres, los verbos y los adjetivos que denotan entidades, eventos y cualidades naturales, con lo cual éstos son reinterpretados como del tipo funcional en virtud de la imposición de qualia télicos introducidos por predicaciones que suponen la intervención de un agente humano.

4.2.1. Entidades

De un análisis semántico de las unidades léxicas especializadas extraídas del corpus surge, como primera conclusión evidente, que la mayoría son nombres que denotan entidades naturales[30]. El hecho de que en el dominio de la limnología predominen los nombres de clase natural no es de extrañar si se tiene en cuenta no solo que la categoría nominal es la más frecuente en el discurso científico (dado su carácter referencial) sino también que el objeto de estudio de esta disciplina es, precisamente, el agua en tanto ambiente físico de la naturaleza. Sin embargo, las propiedades de los nombres de clase natural se complejizan en las unidades léxicas empleadas en los textos de especialidad analizados, de tal modo que es posible distinguir tres clases de entidades naturales según su valor terminológico: las entidades contenedoras, las entidades contenidas y, como un subconjunto dentro de éstas, las entidades indicadoras.

[30] Desde el punto de vista morfológico, los nombres del corpus comprenden formas simples (*metal*), derivadas (*nutriente*), compuestos (*microorganismo, acuífero*) y préstamos del latín y del griego (*Escherichia, Euglenophyceae*).

4.2.1.1. Entidades contenedoras

Las unidades léxicas que activan el significado especializado de 'entidad contenedora' son *acuífero*, *agua*, *ambiente*, *arroyo*, *río* y *sedimento* (véase su frecuencia de aparición en los textos en 2.a) del *Apéndice del capítulo 4*). Se presenta en detalle el caso de *agua* –la unidad léxica con mayor número de apariciones dentro de este grupo– puesto que los otros nombres se comportan de manera análoga[31].

Los contextos que activan el significado de *agua* como entidad contenedora pueden organizarse en cuatro grupos, según la categoría sintáctica de las unidades que intervienen en el mecanismo de ligamiento selectivo por el cual se genera este significado: contextos preposicionales, verbales, adjetivales y adverbiales. Los primeros –encabezados por la preposición *en*– y los segundos –representados típicamente por el verbo *contener*– son mucho más frecuentes que los otros dos.

Así pues, la información relevada del corpus muestra que el significado 'contenedor' es activado, por un lado, en contextos en que el nombre *agua* forma parte de frases preposicionales que tienen como núcleo *en*, *de* y *dentro de* (cfr. cuadro 4.1.) y, por otro lado, en contextos en que *agua* es modificado por frases encabezadas por la preposición *con*, los adjetivos *rico* y *pobre*, el pronombre adverbial *donde* y los adverbios *arriba* y *abajo*[32] (cfr. cuadro 4.2.). Este significado también se genera cuando el nombre es sujeto de los verbos *contener*, *tener*, *presentar* y *recibir*; cuando es objeto afectado de los verbos *infiltrar* y *alcanzar*, y cuando cumple el rol de meta de *añadir*, *dar* y *eliminar* (cfr. cuadro 4.3.).

[31] De las 348 ocurrencias de *agua* en el corpus, más de la mitad (199 casos) activan el significado 'entidad contenedora'.

[32] No nos detendremos aquí en la discusión acerca de la clasificación categorial de *arriba* y *abajo* en este tipo de construcciones, que han sido consideradas preposiciones pospuestas por algunos autores y adverbios preposicionales por otros (cfr. Di Tullio 2005:208-211).

X EN *agua*
Las concentraciones de metales disueltos encontradas **en** el agua... (Texto 1)
El objetivo del trabajo es estudiar la distribución de metales pesados **en** aguas superficiales... (Texto 2)
El Fe es el metal pesado más abundante **en** estas aguas. (Texto 3)
El presente trabajo muestra el relevamiento realizado **en** aguas de pozo en la ciudad de Rafaela (Santa Fe). (Texto 4)
Ordinariamente la concentración de los diversos materiales **en** el agua se relaciona con la intensidad del flujo. (Texto 5)
La presencia de esta especie **en** un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana. (Texto 6)
agua CON X
...la ingesta prolongada de agua **con** elevados contenidos de As. (Texto 3)
La introducción de agua **con** materia orgánica en acuíferos subterráneos... (Texto 5)
DENTRO DE *agua*
...la mezcla de los distintos elementos que reaccionan **dentro del** agua... (Texto 5)
DE *agua*
Lo ideal es que los materiales sólidos **del** agua queden en forma de barros estables... (Texto 5)
Con las cepas multirresistentes (tolerantes) aisladas a partir **de** las aguas superficiales e intersticiales... (Texto 2)

Cuadro 4.1.: Ejemplos de los contextos preposicionales que activan el significado de 'contenedor'.

... aguas muy **ricas** en materia orgánica... (Texto 5)	Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad aumentaron aguas **abajo**... (Texto 1)
... aguas bien oxigenadas pero **pobres** en minerales... (Texto 6)	...sus larvas son arrastradas aguas **abajo** y penetran en la llanura de inundación, aguas **arriba**... (Texto 6)
	...aguas **donde** proliferan estos organismos. (Texto 6)

Cuadro 4.2.: Ejemplos de los contextos adjetivales y adverbiales que activan el significado de 'contenedor'.

agua CONTENER / TENER / PRESENTAR / RECIBIR x
Todas las aguas **contienen** en solución cierta fracción de hidrocarburos, procedentes de la actividad y descomposición de los organismos. (Texto 5)
... se trata en parte de arcillas de decantación lenta y en parte de humus disuelto que **tiene** el agua. (Texto 6)
... las aguas intersticiales **presentan** concentraciones de metales aproximadamente un orden mayores que las superficiales. (Texto 2)
Las aguas corrientes **reciben** normalmente materia orgánica de los ecosistemas terrestres circundantes.... (Texto 5)
x INFILTRAR / ALCANZAR A *agua*
...el agua que era retenida e **infiltrada** por la vegetación escurre libremente al río. (Texto 6)
Es muy elevado el número de compuestos orgánicos usados intencionadamente como biocidas o no, que **alcanzan** las aguas epicontinentales. (Texto 5)
AÑADIR / DAR / ELIMINAR x A *agua*
Al final suele **añadirse** cloro **al** agua como bactericida... (Texto 5)
...sustancias que a veces **dan** sabor desagradable **al** agua... (Texto 5)
Investigando se descubrió que una usina de plásticos cercana había **eliminado** ese metal pesado **al** agua. (Texto 6)

Cuadro 4.3.: Ejemplos de los contextos verbales que activan el significado de 'contenedor'.

Los datos relevados de las concordancias textuales permiten postular la siguiente estructura semántica, en la que se representa la configuración del significado de 'agua como contenedor', generado en el corpus de análisis mediante ligamiento selectivo del quale constitutivo

(17) *agua*
EA ARG = y : *agua*
ARG-S = x : contenido
EE e_1 : *existir*
e_2 : *contener*
EQ AGENTIVO = entidad natural (e_1, y)
CONSTITUTIVO = contenedor (e_2, y, x)
EH → contenedor

En el paradigma léxico conceptual de *agua* presentado en (17) se puede observar cómo la estructura argumental consta de dos argumentos: el elemento contenedor (y) y la entidad contenida (x). Este segundo argumento, que en el léxico común se interpreta como un adjunto verdadero ("y con x"), deviene, en el contexto de la limnología, un argumento sombra, dado que se encuentra semánticamente incorporado a *agua* (así como a los otros nombres que designan entidades contenedoras). La estructura eventiva, por su parte, se compone de dos eventos de estado: e_1, el evento de existir, que se asocia a *agua* en tanto ésta es una entidad

natural no creada por el hombre, y e_2, el evento de contener, que vincula los argumentos *x* e *y* –cuyas realizaciones sintácticas se observan en los contextos ilustrados más arriba. En cuanto a la estructura de qualia, el tipo conceptual 'entidad natural' surge de la asociación del evento de existir (e_1) con el nombre *agua* (*y*) en el quale agentivo. Asimismo, la vinculación de esta entidad natural (*y*) con las entidades contenidas (*x*) mediante el evento de contener (e_2) se pone de manifiesto en el quale constitutivo, a partir del cual el nombre es caracterizado como un contenedor.

Así es cómo, por ejemplo, la predicación del nombre *agua* mediante el complemento *con materia orgánica* en "La introducción de agua con materia orgánica en acuíferos subterráneos..." (cuadro 4.1. *supra*) le impone al nombre una especificación de su quale constitutivo, a partir de la cual el agua es interpretada como una sustancia contenedora de materia orgánica. Estos dos argumentos (*agua* y *materia orgánica*) se vinculan entre sí mediante el evento de contener, realizado en este caso por la preposición *con*.

Finalmente, en cuanto a la estructura de herencia, la activación del sentido 'contenedor' especifica cómo la palabra se relaciona globalmente con las unidades léxicas conceptualmente relacionadas con *agua* en este dominio. Esta unidad se relaciona, por un lado, con *acuífero*, *ambiente*, *arroyo*, *río* y *sedimento*, que activan el mismo sentido, y por otro lado, con las unidades léxicas que denotan las entidades contenidas.

Dentro del dominio de la ecología, el concepto 'agua' forma parte de una taxonomía en la que *ambiente* es el hiperónimo (de hecho, el agua, el suelo y el aire son tipos de ambiente). A su vez, *agua* y *sedimento* son co-merónimos de *agua* en tanto *acuífero*, ya que ambos son parte de éste. Asimismo, *río* y *arroyo* son tipos de *acuífero* y, por lo tanto, sus hipónimos.

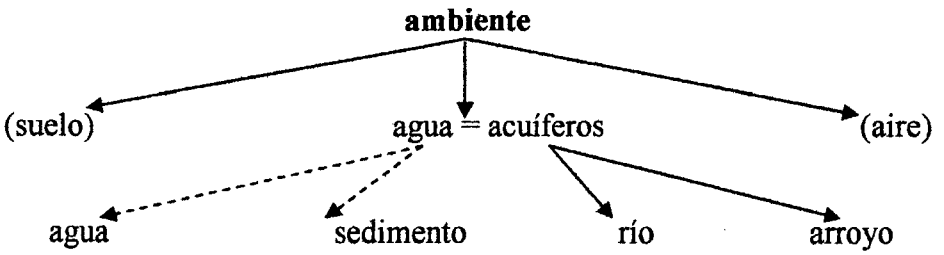


Figura 4.4.: Estructura de herencia de las entidades contenedoras (hiperonimia: ⟶ ; meronimia: ⇢).

Los ejemplos (18-22) permiten apreciar cómo, en el contexto analizado, estas unidades léxicas conceptualmente relacionadas con *agua* activan, al igual que ésta, el significado de 'contenedor' mediante el ligamiento selectivo del quale constitutivo (ver 17 *supra*).

(18) ...los datos obtenidos en este trabajo revelan concentraciones elevadas de As **en** acuíferos profundos... (Texto 3)

(19) La *Pseudomona aeruginosa* crece **en** cualquier ambiente, con requerimientos nutricionales mínimos... (Texto 4)

(20) ...evaluar los niveles de concentración total de metales **en** el arroyo... (Texto 2)

(21) Existen mecanismos naturales de autodepuración que permiten que los organismos muertos que se encuentran **en** el río sean descompuestos hasta llegar a sus elementos constituyentes. (Texto 6)

(22) ...en cuya fecha se encontraban muchas Synedra, frecuentemente anormales, **en** el sedimento. (Texto 5)

En (18) la entidad contenedora es *acuíferos*, en (19), *ambiente*, en (20), *arroyo*, en (21), *río* y en (22) el significado 'contenedor' se activa en *sedimento*. En todos los casos, el quale constitutivo es introducido por la preposición *en*.

4.2.1.2. Entidades contenidas

Los mismos contextos sintácticos que activan el sentido de 'contenedor' generan el sentido complementario, es decir, 'contenido'. Las unidades léxicas con este significado en el corpus son *alga, amonio, arsénico, bacillariophyceae, bacteria, cadmio, calcio, chlorophyceae, cloruro, cobre, cromo, cyanophyceae, elemento, escherichia, euglenophyceae, fenol, fitoplancton, fósforo, género, grupo, hierro, individuo, larvas, magnesio, materia, material, metal, microorganismo, mineral, nitrato, nitrito, nitrógeno, nutrimento, oxígeno, pH, plancton, plomo, pseudomona, sistema, sulfato, sustancia, zinc* y *zooplancton* (véase su frecuencia de aparición en los textos en 2.b) del *Apéndice del capítulo 4*).

En (23-28) se presentan ejemplos que muestran cómo los mismos contextos activadores del significado 'contenedor', presentados en los cuadros 4.1. a 4.3., activan el significado 'entidad contenida'.

(23) **En** agua filtrada (0,45 µm de abertura de poro) se evaluaron por colorimetría amonio, nitritos, nitratos, ortofosfatos, cloruros y fenoles. (Texto 1)

(24) Los metales seleccionados fueron Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cromo (Cr), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Arsénico (As). Los dos primeros son elementos muy comunes **en** los sedimentos de la cuenca, y se encuentran en general en forma de óxidos y oxohidróxidos que forman pátinas alrededor de los granos del sedimento. (Texto 3)

(25) **En** las aguas naturales se encuentran otros compuestos relativamente sencillos, como amoniaco, cianuro y fenoles, procedentes en parte de desagües industriales y que tienen toxicidad considerable. (Texto 5)

(26) El fósforo total **del** río Luján aumentó en una proporción semejante a los ortofosfatos **del** Reconquista y el nitrógeno total aumentó en proporción similar **a lo largo de** ambos ríos. (Texto 1)

(27) En general, **a lo largo de** este río, las Cyanophyceae se encuentran asociadas, durante todo el año, con Bacillariophyceae y Chlorophyceae, lo que señala una condición de moderada contaminación salvo en períodos estivales. (Texto 1)

(28) La proporción en abundancia de las clases algales difirió de la presentada típicamente **en** ríos de zonas templadas, **donde** la dominancia se alterna durante el ciclo anual entre Bacillariophyceae y Chlorophyceae, con bajos niveles de Cyanophyceae. (Texto 1)

En (23), (24) y (25) aparecen como sujetos nombres de metales como *amonio*, *nitritos*, *nitratos*, *cloruros*, *fenoles*,y *hierro* y los predicados incluyen adjuntos locativos realizados como frases preposicionales encabezadas por *en*, lo cual explica su interpretación como entidades contenidas en el agua y el sedimento. En (26) la entidad natural *fósforo* se actualiza como una entidad contenida en el río, mediante la frase preposicional *del río Luján*. En (26) y (27) la idea de contención vinculada con *nitrógeno* y *Cyanophyceae* es realizada, también, por las frases preposicionales encabezadas por a *lo largo de* (*a lo largo de ambos ríos*, *a lo largo de este río*) y en (28) la frase preposicional con *en* (*en ríos de zonas templadas*) es reforzada por medio de una cláusula relativa encabezada por el pronombre *donde*.

A partir del análisis realizado se puede, entonces, postular la siguiente estructura semántica para los nombres de clase natural que denotan entidades contenidas:

(29) **entidades contenidas**
EA ARG = x : contenido (*alga*, *bacteria*, *cadmio*, etc.)
ARG-S = y : contenedor (*acuífero*, *agua*, etc.)
EE e_1 : *existir*
e_2 : *estar en*
EQ AGENTIVO = entidad natural (e_1, x)
CONSTITUTIVO = contenido (e_2, y, x)

En el paradigma léxico conceptual de (29) se puede observar cómo, al igual que para las sustancias contenedoras (cfr. 17 *supra*), la estructura argumental de estos nombres consta de dos argumentos: la entidad contenida (x) y el elemento contenedor (y). En forma paralela a lo que ocurre con los contenedores, el segundo argumento, que en el léxico común se interpreta como un adjunto verdadero ("x en y"), deviene, en el contexto de la limnología, un argumento sombra, dado que se encuentra semánticamente incorporado a los nombres que designan entidades contenidas. En la estructura eventiva se mantienen ambos eventos, el de existencia, e_1, que estos nombres proyectan en tanto denotan entidades de clase natural, y e_2, el evento 'contener', que en el caso de las entidades contenidas se interpreta como 'estar en'.

En la estructura de qualia, se pone de manifiesto cómo la asociación de estas entidades naturales (x) con las entidades contenedoras (y) mediante el evento 'estar en' (e_2) impacta en el quale constitutivo, a partir del cual el nombre es caracterizado como 'contenido'.

A continuación se presentan otros ejemplos que, si bien no reproducen los mismos patrones presentados en los cuadros 4.1. a 4.3., activan también el significado 'entidad contenida', por medio de diversas combinaciones categoriales y sintácticas.

(30) Los procesos de adsorción y la formación de complejos en medios naturales son responsables de que la mayor parte de los vestigios de metales pesados se acumulen en los sólidos en suspensión, **incorporándose** rápidamente **a** los sedimentos, donde se presentan los mayores niveles de concentración de estos contaminantes. (Texto 2)

(31) Hallaron, como era esperable, una fuerte presencia de Cyanofitas y Euglenofitas **en** la muy contaminada desembocadura del Reconquista. (Texto 6)

(32) Si no hay separación avanzada del fósforo, la **falta** de nitrógeno favorece selectivamente a las cianoficeas. La composición biológicamente equilibrada del agua a depurar facilita el proceso, y se puede conseguir mezclando distintos vertidos en las proporciones apropiadas. (Texto 5)

(33) La penetración de oxígeno en un punto es función del **déficit** de oxígeno en el agua, de la velocidad del agua y de su profundidad. (Texto 5)

(34) Sin embargo, los ejemplos más o menos bien estudiados, como son los sedimentos de los ríos europeos, no muestran gran regularidad. Simplemente manifiestan el **enriquecimiento** en metales de las áreas industrializadas. (Texto 5)

(35) La transformación de materia orgánica en inorgánica reutilizable la realizan las bacterias y hongos **acuáticos**, organismos invisibles muy numerosos que, a pesar de ser microscópicos, realizan una valiosísima labor. (Texto 6)

(36) Se reconoce la presencia de dichas moléculas orgánicas en los organismos **acuáticos**, pero apenas hay ejemplos de cambios experimentados por las comunidades naturales que se puedan atribuir indiscutiblemente a sus efectos. (Texto 5)

En (30) se ilustra un caso con el verbo *incorporarse*, que sigue el mismo patrón que *añadir* (cuadro 4.3.), en el sentido que implica un locativo como argumento por defecto. En (31) se encuentra una frase preposicional que liga el quale constitutivo de *desembocadura*, revelando la relación conceptual de este nombre con los otros nombres analizados como contenedores, en este caso se interpreta como otro merónimo de *acuífero* (al igual que *agua* y *sedimento*). En (32) y (33) aparecen dos contextos menos frecuentes[33], que activan los significados 'contenedor-contenido': los nombres *falta* y *déficit*, que presuponen, justamente porque la niegan, la existencia previa de un elemento. En (34), la estructura "los sedimentos manifiestan enriquecimiento en metales" constituye una paráfrasis de "sedimentos ricos en metales", con lo que *enriquecimiento*, en tanto nominalización de *enriquecer*, actúa introduciendo la interpretación de contención. Finalmente, en (35) y (36), el adjetivo relacional clasificativo *acuático* está cumpliendo una función de adjunto locativo (Demonte 1999) y, como tal, constituye el contexto activador del carácter de 'entidad contenida' en el agua para los nombres *bacteria*, *hongo* y *organismo*, puesto que la raíz etimológica del adjetivo remite a la sustancia contenedora.

De los datos analizados en 4.2.1.1. y 4.2.1.2. se puede concluir que en el dominio de la limnología se presentan una serie de contextos sintácticos que generan los significados especializados 'contenedor' y 'contenido' a partir del ligamiento selectivo del quale constitutivo de nombres que denotan entidades naturales. De este modo, un grupo de nombres (*acuífero, agua, arroyo*, etc.) activa el sentido de 'contenedor', sin dejar de activar el de 'natural', que les es propio. Por ello, su estructura eventiva se encuentra conformada por 'existir'(asociada al nombre en tanto entidad natural) y 'contener' (que liga al nombre con un argumento por defecto, que es la entidad contenida). El mismo conjunto de contextos es responsable de la generación del significado complementario, el de 'contenido', que se activa en una serie de nombres de clase natural (*alga, bacteria, oxígeno*, etc.) que se vinculan con los que denotan contenedores mediante el evento de 'contener', impuesto por los contextos expuestos más arriba (cfr. capítulo 6 *infra*).

[33] 11 apariciones en todo el corpus.

4.2.1.3. Entidades indicadoras

El significado 'indicador' se activa en los siguientes nombres, que denotan entidades de clase natural: *alga, amonio, arsénico, bacillariophyceae, bacteria, cadmio, chlorella, chlorophyceae, ciclopoideos, cladoceros, cloruro, cobre, cromo, cyanophyceae, diatomeas, elemento, escherichia, euglenophyceae, fenol, fitoplancton, fósforo, género, grupo, hierro, individuo, magnesio, materia, material, metal, nitrato, nitrito, nitrógeno, nutriente, nutrimento, oxígeno, pH, plancton, plomo, pseudomona, rotíferos, sulfato, sustancia, zinc, zooplancton* (véase su frecuencia de aparición en los textos en 2.c) del *Apéndice del capítulo 4*). Un ejemplo en contexto puede verse en (37).

(37) Cr, Cd, Cu y Pb fueron seleccionados como indicadores de contaminación ya que estos elementos suelen estar asociados a los efluentes de muchas industrias. (Texto 3)

El significado 'indicador', que en el ejemplo (37) aparece de manera explícita, en relación con los nombres *cromo, cadmio, cobre* y *plomo*, constituye un valor terminológico generado en el dominio de la limnología mediante el mecanismo de coerción de tipo. A su vez, este significado se activa en nombres que denotan entidades contenidas en el agua. Así, en (38) se puede advertir que la entidad indicadora *alga* puede interpretarse como una entidad contenida en el agua, a partir del mecanismo de ligamiento selectivo del rol constitutivo, generado por la frase preposicional "en varios tramos del Río Reconquista y del río Luján".

(38) Se utilizaron censos de algas **en** varios tramos del Río Reconquista y del río Luján: en el primer trabajo se reproducen listas de algas, cada una de las cuales indica un determinado tipo de contaminación; por ej., *Oscillatoria sp.* (*Cyanophyceae*) indica contaminación con cobre. (Texto 4)

Ahora bien, el indicador es una entidad que no solo se encuentra en el agua sino también una entidad que tiene un comportamiento típico en el agua. Esto se advierte claramente en (39), en que el significado de 'entidad contenida' es activado en *bacterias* y *hongos* mediante el adjetivo *acuático* y la predicación *realizar una transformación* describe una actividad típica de estas entidades en el agua[34]. De este modo, muchas de las concordancias extraidas del corpus consisten en proposiciones naturales, esto es, porposiciones construidas a partir de la

[34] En la estructura de qualia extendida se distinguen tres subtipos del rol télico: el télico directo, en el que la entidad definida es el objeto de la actividad especificada en el télico; el propósito, ligado principalmente a formas verbales, y el télico indirecto, que discierne si la entidad es un instrumento, un nombre agentivo o si el evento del télico constituye una actividad típica de la entidad (Busa *et al.* 2001: 40).

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección

combinación de palabras que denotan entidades naturales (*bacterias, hongos*) con expresiones que denotan eventos naturales (*transformación*) (véase 39).

(39) La **transformación** de materia orgánica en inorgánica reutilizable la realizan las bacterias y hongos **acuáticos**, organismos invisibles muy numerosos que, a pesar de ser microscópicos, realizan una valiosísima labor. (Texto 6)

Las proposiciones naturales, en que los nombres que denotan entidades naturales contenidas en el agua se asocian a eventos naturales (como 'transformar materia orgánica en inorgánica'), dan lugar al ligamiento selectivo del quale télico, sin modificación alguna ni del dominio ni del rango de estos nombres. Por ello es que en (39) *bacterias* y *hongos* son interpretados como 'entidades naturales contenidas en el agua'. En los casos ilustrados en (40-43), en cambio, se trascribe una serie de contextos en los que sí se produce una alteración del rango de la unidad léxica:

(40) Para evaluar el estado sanitario de las aguas se realizó el recuento de bacterias indicadoras (grupo coliforme) en Agar Chromocult. (Texto 2)

(41) Cuando se busca medir la contaminación por desechos cloacales se hacen censos de bacterias coliformes al microscopio. (Texto 6)

(42) Los dos componentes más estudiados son el oxígeno y la materia orgánica. (Texto 5)

(43) La determinación del oxígeno disuelto... (Texto 6)

En estos ejemplos *bacteria*, *oxígeno* y *materia orgánica* se interpretan como pacientes[35] de predicaciones intencionales, realizadas sea como verbos (*realizar el recuento*, *hacer censos*, *estudiar*) sea como nombres deverbales (*determinación*). De este modo la entidad designada por el nombre deviene objeto de análisis de un agente humano, a partir de lo cual se introduce una descripción funcional que impacta en el quale télico (cfr. 44).

(44) QUALE TÉLICO en (40-43) = (*realizar el recuento, algas*)
(*hacer censos, bacterias*)
(*estudiar, materia*)
(*determinación, oxígeno*)

En (45-49) se muestran otros ejemplos en los que el contexto coerciona un quale télico, en estos casos, mediante expresiones con carga evaluativa, vinculadas con la cuantificación.

(45) Además se observa un notable incremento del numero de bacterias entre los sitios a) y b). (Texto 2)

[35] Cfr. Frawley 1992.

(46) La disminución de nitritos y nitratos evidenciada luego de su aumento en Paso del Rey y Gorriti probablemente se deba a la fuerte declinación del oxígeno disuelto. (Texto 1)

(47) El aumento del fitoplancton total hacia San Martín pudo deberse al aumento de nutrimentos, en particular de amonio y ortofosfatos. (Texto 1)

(48) En las curvas correspondientes al cadmio, se observa una clara disminución de metal en el sobrenadante, mientras que se incrementa el cadmio en las células cultivadas en presencia de metal. (Texto 2)

(49) El Fe es el metal pesado más abundante en estas aguas. (Texto 3)

En estos contextos, la interpretación funcional de *bacterias, nitritos, nitratos, nutrimentos, metal, cadmio* y *hierro* se encuentra coercionada por predicaciones evaluativas impuestas por nombres deverbales (*incremento, declinación, aumento, disminución*) o adjetivos (*abundante*), que introducen una cuantificación de las entidades designadas por los nombres. En estos casos – a diferencia de los presentado en (40-43)– el evento 'analizar', que queda implícito, se infiere de la cuantificación evalutaiva, necesariamente realizada por un agente humano (el especialista) (cfr. 50).

(50) QUALE TÉLICO en (45-49) = (*incremento, bacterias*)
(*declinación,oxígeno*)
(*aumento, nutrimentos*)
(*disminución, metal*)
(*abundante, hierro*)

Así pues, del análisis de las concordancias en los textos del corpus surge que en limnología una serie de objetos naturales son empleados por el especialista para diagnosticar el grado de contaminación de un curso de agua, y que este carácter instrumental que adquieren ciertas sustancias se refleja en la estructura semántica de los nombres que las designan, que, como 'entidades indicadoras', activan un rango funcional.

(51) **entidades indicadoras**

EA ARG = x : indicador (*alga, bacteria, metal, ...*)
ARG-S = y : contenedor (*agua, sedimento,...*)
ARG = z : agente humano

EE e_1 : existir
e_2 : estar en
e_3 : transformarse
e_4 : analizar
e_5 : evaluar
$((e_1 \circ_\alpha e_2 \circ_\alpha e_3) <_\alpha e_4) <_\alpha e_5$

EQ AGENTIVO = entidad natural (e_1, x)
CONSTITUTIVO = contenido (e_2, x, y)
TÉLICO = instrumento natural (e_4 (z, (e_2, x, y) $<_\alpha$ e_5 (z, (e_2, x, y))

En la representación de (51) se advierte que, en tanto 'entidades indicadoras', estos nombres proyectan tres argumentos: *x*, la sustancia indicadora (que es también sustancia contenida); *y*, la sustancia contenedora, y *z*, el agente humano. En la estructura eventiva aparecen representados los eventos que vinculan estos tres argumentos en los textos, así como su organización temporal: los eventos naturales 'existir' (e_1), 'contener' (e_2) y 'transformarse' (e_3) –que entre sí mantienen una relación de simultaneidad ($°_\alpha$)–, preceden ($<_\alpha$) al evento intencional 'analizar' (e_4) y todos ellos, a su vez, preceden a las predicaciones evaluativas, que aquí se subsumen en la etiqueta 'evaluar' (e_5). En otras palabras, en limnología, un indicador de contaminación es una entidad natural, presente en el agua, cuyas transformaciones son analizadas por el limnólogo para luego ser evaluadas.

Por otro lado, en la estructura de qualia, se ponen de manifiesto las relaciones entre argumentos y eventos. El quale agentivo estipula el tipo conceptual natural de la unidad analizada, explicando así su asociación al evento de *existir*, que marca la falta de intencionalidad que distingue a este tipo de nombres de la clase de los artefactos. El quale constitutivo, por su parte, muestra el significado de 'entidad contenida' que estos nombres adquieren por ligamiento selectivo en contextos preposicionales y verbales específicos (cfr. 29 *supra*) y que permiten su relación con los nombres que denotan sustancias contenedoras (cfr. 17 *supra*). Finalmente, el quale télico surge por el mecanismo de coerción, ejercido por predicaciones que suponen un agente humano, en contextos en que las unidades léxicas que denotan entidades naturales contenidas en el agua toman el rol temático de paciente. Esto ocurre tanto en predicaciones intencionales del tipo 'analizar'[36] (*determinar*, *estudiar*, etc.) como en las predicaciones evaluativas (*abundante*, *disminución*, etc.), en las que la acción de analizar queda presupuesta (cfr. cuadros 4.4. y 4.5. *infra*). En estos casos, la introducción del quale télico coerciona un subtipo diferente de concepto, pero no cambia su tipo, de modo tal que el nombre es interpretado como un instrumento natural[37].

[36] Se trata de verbos que denotan indagación o análisis (Bosque 2004).

[37] En Pustejovsky (2001) se ejemplifica este tipo de coerción con *hervir agua* y *tomar agua*. En ambos casos la predicación modifica el subtipo conceptual (rango) sin cambiar el tipo (dominio). En los ejemplos citados, 'agua' sigue siendo una entidad, pero adquiere un valor intencional, introducido por un quale agentivo en *hervir agua* y uno télico en *tomar agua*. Para el resultado de este segundo tipo de coerción hemos elegido la denominación de "instrumento natural", de manera análoga a la de "artefacto natural", propuesta por Pustejovsky para el primer caso.

4.2.2. Eventos

Entre las unidades léxicas marcadas por los especialistas como términos, aquellas que denotan eventos son *concentrar, concentración, consumir, consumo, (bio)degradar, (bio)degradación, (auto)depurar, (auto)depuración, descomponer, descomposición, desnitrificación, determinar, determinación, diluir, dilución, fertilizar, fertilización, floración, medir, medición, mineralización, muestrear, muestreo, oxidación, precipitar, precipitación, recuento, saneamiento, sedimentar, sedimentación, solución, suspensión, titulación, tratar, tratamiento* y *vertido*[38].

Tanto las máximas de formulación propias del tipo textual, que postulan recursos tendientes a la desagentivización (cfr. 3.2.4.), como el hecho de que las acciones referidas en los textos se vinculan predominantemente con sujetos no humanos (por ejemplo, *sedimentación*) explican que, en su mayoría, los eventos del corpus se encuentren en forma de nombres – principalmente deverbales. De hecho, los pocos eventos que suelen expresarse mediante verbos son los que suponen un agente humano (por ejemplo, *determinar*).

En cuanto a los nombres deverbales (en su gran mayoría formados por el sufijo *-ción*), su análisis permite advertir que se trata de nominalizaciones que, en principio, permiten tanto una interpretación eventiva (ver *descomposición* en 52) como una resultativa (ver *descomposición* en 53) (Picallo 1999).

(52) Generalmente es la velocidad de entrada de oxigeno, la aireación del río, lo que define la velocidad de descomposición; pero, naturalmente, también intervienen la temperatura, las disponibilidades ... (Texto 5)

(53) La descomposición de la materia orgánica ha enriquecido al agua de sales de las que el agua no se desembaraza ... (Texto 5)

4.2.2.1. Eventos de cambio de estado

Del análisis de los tipos de evento denotados, surge que se pueden reconocer dos grupos según el modo de oposición expresado por el predicado (Pustejovsky 2000a). Así, en solo 4 de los eventos relevados (*determinación, medición, recuento* y *titulación*) la entidad denotada

[38] No se ha incluido en esta lista la unidad léxica *demanda*, porque, si bien ha sido señalada claramente como término, en todas sus ocurrencias aparece como núcleo de los sintagmas *demanda bioquímica de oxígeno* o *demanda química de oxígeno*. Esto, sumado a la reiteración en el corpus de las siglas correspondientes (DBO y DQO), nos permite afirmar que se trata de sintagmas terminológicos (cfr. Adelstein & Kuguel 1999 y Kuguel 2003a), es decir, unidades pluriverbales lexicalizadas en el contexto de la ecología. Por tal motivo, excluimos el ítem aislado *demanda* de nuestro análisis.

por el argumento de la predicación persiste sin cambios, como por ejemplo en (54) y (55), en que ni los metales (54) ni los organismos (55) se ven afectados por el hecho de ser determinados.

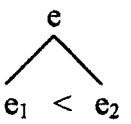
(54) Para determinar metales pesados disueltos (As, Cd, Cr, Cu, Pb y Zn) se filtraron las muestras de agua de Cascallares, San Martín y Bancalari. (Texto 1)

(55) ...pueden ser útiles para la determinación de organismos... (Texto 6)

En los cuatro casos (*determinación*, *medición*, *recuento* y *titulación*), los eventos que se realizan como unidades léxicas terminológicas son del tipo 'analizar', que, junto con otros eventos no terminológicos –como *analizar* o *clasificación*– y las predicaciones evaluativas introducidas por unidades léxicas como *incremento*, han sido tratados al indagar los contextos que generan los sentidos que componen el significado especializado 'indicador' (cfr. 4.2.1.3. *supra* y capítulo 6 *infra*).

En los 19 casos restantes, los eventos denotados refieren a cambios de estado (véase 3.a) en el *Apéndice del capítulo 4*) y por lo tanto presentan estructuras eventivas complejas conformadas de dos subeventos: un proceso y un estado resultante (56).

(56)



proceso estado

En este tipo de predicados, en los que sí se produce una modificación de la entidad denotada por el argumento afectado, las posibilidades son que el argumento no persista, como en los verbos de creación o destrucción (por ejemplo, *Matías construyó una casa, Carolina comió una galletita*), o que solo haya propiedades del núcleo del argumento que no persistan, como en *Federico limpió la mesa*, en que el objeto designado permanece, pero sus propiedades cambian (Pustejovsky 2000a: 468).

Entre los eventos extraídos del corpus, se encuentran ambos fenómenos: casos en los que la predicación introduce o "gatilla" la existencia del objeto designado por el argumento afectado –como *floración* (57) o *consumo* (58)– y casos en los que el evento modifica las propiedades de un argumento existente, tal como *degradación* (59).

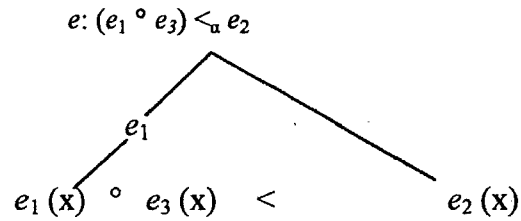
(57) las floraciones registradas de algunas especies de Cianofitas (Texto 1)

(58) el consumo de oxígeno (Texto 5)

(59) la degradación biológica de la materia orgánica (Texto 6)

En suma, la estructura eventiva de las unidades léxicas que denotan cambio de estado se puede esquematizar del siguiente modo:

(60)



En el caso de los eventos de creación y destrucción, el subevento e_1 designa el proceso de creación o destrucción, que es simultáneo a e_3, que refiere a la existencia o no existencia del argumento afectado. Ambos subeventos (e_1 y e_3) son estrictamente anteriores a e_2, que denota la no existencia o existencia del argumento *x* destruido o creado. Así en (58), por ejemplo, el proceso de consumir es simultáneo a la existencia del oxígeno y ambos –consumo y existencia– son necesariamente previos a la no existencia del oxígeno, que resulta del proceso de consumo.

En (61) se presenta una tabla con los eventos de creación y destrucción del corpus; en ella se especifican los argumentos típicamente afectados, y a continuación se ilustran estos casos con ejemplos extraídos de los textos (62-64).

(61)

	$e_1(x)$	$e_3(x)$	$e_2(x)$
creación	*floración* *muestreo*	¬ algas ¬ muestra	algas muestra
destrucción	*consumo*	oxígeno materia orgánica	¬ oxígeno ¬ materia orgánica

(62) En estos casos se observan floraciones algales seguidas de la muerte masiva de las mismas cuando se acaban los fertilizantes. (Texto 6)

(63) A lo largo del año 1998 se llevó a cabo el muestreo de aguas extraídas de 28 pozos profundos, cuya distribución se detalla en la Figura 2. (Texto 3)

(64) Figura 18-10: Concentración de oxígeno en las aguas corrientes, considerado como un equilibrio entre las entradas y el consumo bioquímico dentro del agua. (Texto 5)

La estructura eventiva de las unidades léxicas que denotan actos de transformación es la misma que la de los actos de creación y destrucción, expuesta en (60), solo que en ésta el subevento e_1 designa el proceso de transformación, que refiere a un determinado estado del

argumento, anterior al subevento e_2, que denota el estado del argumento x una vez transformado.

En el esquema (65) y los ejemplos (66-68) se pueden observar los distintos subtipos de eventos de transformación del corpus, según la propiedad del núcleo modificada: los de transformación cualitativa, en los que se modifica la cualidad de alguna propiedad, por ejemplo, *depuración*, en que el argumento afectado x pasa de 'no puro' a 'puro' (66); los de transformación cuantitativa, en los que lo afectado es la cantidad de sustancia denotada por el argumento x (como *concentración* en 67) y los de transformación locativa, en los que el argumento x modifica su locación: en *precipitación*, por ejemplo, el objeto afectado pasa de no estar en el fondo (i.e., estar flotando en el agua) a estar en el fondo (68).

(65)

	$e_1(x)$	$e_3(x)$	$e_2(x)$
transformación cualitativa	*depuración*	¬ puro	puro
	degradación	¬ degradado	degradado
	descomposición	¬ descompuesto	descompuesto
	desnitrificación	nitrogenado	¬ nitrogenado
	dilución	¬ diluido	diluido
	fertilización	¬ fértil	fértil
	mineralización	¬ mineralizado	mineralizado
	oxidación	¬ oxidado	oxidado
	saneamiento	¬ sano	sano
	solución	¬ disuelto	disuelto
	tratamiento	¬ tratado	tratado
transformación cuantitativa	*concentración*	poca sustancia	más sustancia
transformación locativa	*precipitación*	¬ en el fondo	en el fondo
	sedimentación	¬ en el sedimento	en el sedimento
	suspensión	¬ en la superficie	en la superficie
	vertido	¬ en el agua	en el agua

(66) La depuración del agua consiste en acelerar o intensificar los procesos naturales de retorno de los sistemas forzados. (Texto 5)

(67) La concentración de Mn se encuentra por debajo del valor típico de este elemento en aguas naturales ... (Texto 3)

(68) Las curvas fueron más difíciles de evaluar debido a la precipitación de algún compuesto de este metal durante el crecimiento microbiano ... (Texto 2)

4.2.2.2. Eventos funcionales y naturales

En cuanto a la estructura de qualia, los eventos de cambio de estado analizados se pueden clasificar según su quale agentivo en eventos naturales y funcionales (véase su frecuencia de aparición en los textos en 3.b) del *Apéndice del capítulo 4*). De este modo, si se cruza la información provista por el quale agentivo con el tipo de oposición expresada por la predicación, se obtiene un primer grupo (69) conformado por *depuración*, *saneamiento*, *tratamiento* y *dilución* (transformación cualitativa), *vertido* (transformación locativa) y *muestreo* (creación), que reúne los eventos que tienen un agente humano.

(69)

eventos funcionales

transformación cualitativa	*depuración* *saneamiento* *tratamiento*
transformación locativa	*vertido*
destrucción	*consumo*
creación	*muestreo*

En la representación de la configuración semántica de *tratamiento* en (70), que se presenta a modo de ejemplo, se observa que la estructura argumental de este tipo de nombres deverbales se asocia a dos argumentos: por un lado, un agente humano y, por otro lado, un paciente, que es el objeto afectado por la transformación. En el caso de *tratamiento* el paciente siempre es el agua (como se desprende de los ejemplos 71 y 72). La estructura eventiva es la propia de los eventos de transformación vista en (60). En la estructura de qualia, el rol agentivo pone de manifiesto el acto de transformación –cualitativa en este caso–, llevado a cabo por el agente humano. Este tipo de eventos son de tipo funcional, precisamente, por estar ligados a un agente.

(70) **tratamiento**
EA ARG = z: agente humano
ARG = x: objeto afectado
EE e: $(e_1 \circ e_3) <_{\alpha} e_2$
EQ AGENTIVO = acto de transformación cualitativa (e, z, x)

(71) En la figura 1 se muestra el esquema que describe el tratamiento de las muestras. (Texto 2)

(72) El estado sanitario de las aguas del arroyo es deficiente, haciéndolas no aptas para cualquier uso, ya sea con tratamiento convencional para su posterior consumo, actividades de recreación con contacto directo o actividades agropecuarias. (Texto 2)

En (72) aparece también el nombre deverbal *consumo*, que en este ejemplo se realiza como un evento funcional, ya que está ligado a un agente humano: quien consume el agua tratada. Sin embargo, esta misma unidad puede realizarse como evento natural cuando forma parte de una predicación en la que el sujeto es una causa natural en lugar de un agente humano, como en (73). Lo mismo ocurre con *depuración*, que recibe una interpretación funcional en (74), y con el prefijo *auto-*, en (75), es interpretado como un evento natural.

(73) Para evitar un consumo excesivo de oxígeno en un estrato de poco espesor, es mejor que la zona donde se desparraman los sedimentos sea en declive convexo suficiente ... (Texto 5)

(74) Hay que llevar al máximo el grado de depuración de las aguas que se retornan a un río. (Texto 5)

(75) Existen mecanismos naturales de autodepuración que permiten que los organismos muertos que se encuentran en el río sean descompuestos ... (Texto 6)

Además de los eventos llevados a cabo por agentes humanos, existe en el corpus un segundo grupo, conformado por eventos naturales, sin agente humano: *autodepuración, degradación, descomposición, desnitrificación, dilución, fertilización, mineralización, oxidación, precipitación, solución*, que indican cambio de estado cualitativo; *concentración*, que denota un cambio de estado cuantitativo; *precipitación, sedimentación* y *suspensión*, que refieren a cambios de estado locativos; *consumo*, que denota destrucción, y *floración*, que indica creación (véase 76).

(76)

eventos naturales	
transformación cualitativa	*autodepuración* *degradación* *descomposición* *desnitrificación* *dilución* *fertilización* *mineralización* *oxidación* *solución*
transformación cuantitativa	*concentración*
transformación locativa	*precipitación* *sedimentación* *suspensión* *vertido*
destrucción	*consumo*
creación	*floración*

De manera análoga a lo que ocurre con las unidades léxicas que denotan entidades naturales contenidas en el agua (cfr. 29 *supra*), los eventos naturales también activan el valor terminológico 'indicador', mediante el mecanismo de coerción. Para exponer el análisis del sentido 'indicador', asociado ahora a los eventos, se ha seleccionado el nombre deverbal *concentración*, que aparece en la siguiente serie de ejemplos:

(77) En abril de 2001 se realizó un segundo muestreo con el objeto de evaluar la concentración de los metales de interés (Cu, Cd, Pb y Zn) en aguas superficiales e intersticiales y de aislar microorganismos multirresistentes (tolerantes) a partir de estos entornos. (Texto 2)

(78) La presencia de As en concentraciones que superan los límites de tolerancia para aguas de consumo en aguas del S.E. tucumano ha sido muy documentada. (Texto 4)

(79) Las concentraciones de metales disueltos encontradas en el agua del río superaron ampliamente los límites para la protección de la vida acuática. (Texto 1)

(80) Por su abundancia en los materiales que conforman los acuíferos, el Fe alcanza elevadas concentraciones en el agua. (Texto 3)

(81) También se detectaron concentraciones elevadas de cromo y zinc. (Texto 5)

(82) Tanto en los conos cesteros de sedimentos como en los sedimentos de los lagos y ríos, se constata generalmente un aumento en la concentración de metales pesados, que vienen principalmente de desagües industriales y de los compuestos de plomo procedentes de la combustión de la gasolina. (Texto 5)

Tal como se desprende de los ejemplos (77-82) y como se sintetiza en (83), los eventos de este tipo se hallan asociados a un argumento paciente, que son los objetos afectados por la transformación (*oxígeno* y los metales *arsénico*, *hierro*, *cromo* y *zinc*). El segundo argumento, introducido por las predicaciones no naturales asociadas al evento, es el agente humano, responsable del análisis y la evaluación del evento de cambio de estado. La estructura argumental cuenta también con un argumento adjunto locativo 'contenedor natural', que ha sido postulado como un argumento sombra, dado que los objetos afectados son, además, entidades naturales contenidas en el agua (cfr. 29 *supra*).

(83) **concentración**
EA ARG = x: contenido natural
ARG = z: agente humano
ARG-S = y: contenedor natural
EE e_1: acto de transformación
e_2: estado resultante de la transformación
e_3: estado previo a la transformación
$e_1(x) \circ e_3(x) <_\alpha e_2(x)$

e_4: analizar
e_5: evaluar
$e_4\,(z, (e_1x^{\circ}e_3x) <_{\alpha} e_2x)) <_{\alpha}\ e_5\,(z, (e_1x^{\circ}e_3x) <_{\alpha} e_2x))$
EQ TÉLICO = instrumento natural

En la estructura eventiva se ponen de manifiesto los eventos asociados a la concentración en tanto proceso indicador: e_1, e_2 y e_3 son los tres subeventos propios de los verbos de transición (cfr. 60 *supra*); e_4 y e_5, por su parte, representan las predicaciones intencionales que activan el significado terminológico de este nombre, al coercionar su quale télico. Así, la intencionalidad es introducida mediante predicaciones del tipo 'analizar' (e_4), como *evaluar* (77), *documentar* (78), *encontrar* (79), *detectar* (81), *constatar* (82), o mediante evaluaciones cuantificacionales realizadas por verbos: *superar* (78 y 79), adjetivos: *elevado* (80 y 81), o nombres: *aumento* (82). Nuevamente, los dos contextos son paralelos a los que se advierten para las entidades (cfr. 40-51 *supra*). Parte de la complejidad de la estructura eventiva de esta unidad léxica responde al hecho de que el indicador es designado por un nombre que denota un evento de cambio de estado.

En la estructura de qualia, el rol télico pone de manifiesto que el evento 'concentración' es funcional para el limnólogo, puesto que lo evalúa con el fin de determinar la calidad del agua. Este sentido activado es el que determina la interpretación de estos nombres como instrumentos naturales. El ejemplo (84) presenta este valor terminológico de manera explícita:

(84) Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Consiste en una incubación de la muestra de agua durante 5 días a 20° C y la determinación del oxígeno disuelto al comienzo y al final de la misma. La diferencia de concentración indica el oxígeno utilizado para la degradación biológica de la materia orgánica. (Texto 6)

Como conclusión respecto de las unidades léxicas que denotan eventos, se puede afirmar, entonces, que todas ellas se realizan como tipos funcionales. Unas, porque suponen un agente humano que produce cambios de las entidades naturales denotadas por los argumentos afectados (por ejemplo, *tratamiento*), y otras, por la intervención indirecta de un agente humano en procesos básicamente naturales, mediante descripciones intencionales o predicaciones evaluativas (como en *concentración*).

Recapitulando, pues, lo analizado en este apartado y en el centrado en las entidades indicadoras (4.2.1.3.), se advierte que hay un sentido de "funcionalidad" que se activa en los nombres y verbos que denotan eventos naturales de cambio de estado así como en los nombres de clase natural. Una de las hipótesis de este trabajo es que este sentido se incorpora

–en el contexto de especialidad de la limnología– a la entrada léxica de estas unidades léxicas estableciéndose como el componente de significado especializado que constituye el valor terminológico central del dominio. Como se desprende de los datos analizados, 'indicador' es un sentido generado por la introducción del quale télico, que coerciona un subtipo diferente de concepto, dando lugar a la interpretación de 'instrumento natural'. Los contextos de activación de este valor terminológico se pueden agrupar semánticamente en predicaciones en las que un agente humano analiza una entidad o evento natural y predicaciones en las que éste los evalúa. En el primer caso, la entidad o el evento devienen pacientes de eventos intencionales del tipo 'analizar', como *determinar* o *recuento* (véase el cuadro 4.4.); en el segundo, son objeto de predicaciones evaluativas, como *exceder*, *patógeno* o *abundancia* (véase el cuadro 4.5.).

VERBOS
Casi todos los metales **analizados**, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los limites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993) y el Código Alimentario Argentino (CAA 1994) para aguas de consumo. (Texto 3)
Las medias anuales de fito y zooplancton **se calcularon** ponderando los valores de densidad por el lapso transcurrido entre sucesivos muestreos. (Texto 1)
Análogas relaciones se observan cuando **se compara** la materia orgánica total determinada por oxidación con ácido sulfúrico y crómico ... (Texto 5)
... concentraciones de metales que, en la práctica usual referida a la superficie de los continentes, **se considerarían** como contaminantes. (Texto 5)
... **se constata** generalmente un aumento en la concentración de metales pesados ... (Texto 5)
El número de géneros de fitoplancton **detectados** en el Río Reconquista superó a los registrados en el Luján y en el Matanza-Riachuelo. (Texto 1)
También **se detectaron** concentraciones elevadas de cromo y zinc. (Texto 5)
Se determinaron concentraciones totales, sin tener en cuenta la especiación de los elementos. (Texto 3)
El Fe y el Mn son dos elementos que suelen **encontrarse** en forma de óxidos que cubren los granos de los sedimentos. (Texto 3)
Los dos componentes más **estudiados** son el oxígeno (figs. 18-10 y 18-11) y la materia orgánica. (Texto 5)
En agua filtrada (0,45 μm de abertura de poro) **se evaluaron** por colorimetría amonio, nitritos, nitratos, ortofosfatos, cloruros y fenoles. (Texto 1)
... los niveles de cobalto y níquel que **se hallaron** en el estudio exploratorio de octubre de 2000 resultaron bajos ... (Texto 2)
La materia orgánica **medida** por el método del permanganato es de una a cuatro veces superior a la DBO_5. (Texto 5)
Los resultados de los bioensayos concordaron con las tendencias en la abundancia de clorofitas **observadas** en el río en los mismos meses. (Texto 1)

Un organismo que **presenta** una distribución muy amplia, difícilmente pueda indicar particularidades (Texto 6)
Los metales seleccionados fueron Hierro, Manganeso, Cromo, Cadmio, Cobre, Plomo y Arsénico. Todos ellos, con excepción del As, **presentan** concentraciones por debajo de los límites establecidos por la OMS (1993) y el CAA (1994) ... (Texto 3)
... las floraciones **registradas** de algunas especies de cianofitas, que pueden tener efecto tóxico o inhibitorio para el zooplancton ... (Texto 1)
NOMBRES
Las muestras para el **análisis** de metales pesados fueron recogidas en recipientes de polietileno de alta densidad ... (Texto 3)
La **determinación** de metales se realizó con dos objetivos ... (Texto 2)
En el **estudio** cualitativo del fitoplancton se identificaron 92 géneros ... (Texto 1)
Evaluación de microorganismos cultivables resistentes a Cu, Pb, Cd y Zn en aguas superficiales. (Texto 2)
El **recuento** de bacterias coliformes dado en la Tabla 2 es indicador del estado sanitario de las aguas. (Texto 2)
Determinación de oxígeno disuelto. Consiste en una determinación química simple (**titulación**) ... (Texto 6)

Cuadro 4.4.: Ejemplos de contextos intencionales que activan el significado de 'indicador'.

VERBOS
La cantidad absoluta de mercurio se mantiene constante pero la concentración **aumenta** a lo largo de la cadena trófica por acción de la disminución de la biomasa. (Texto 6)
... El Bracho y Los Sueldos presentan concentraciones de Cu algo superiores (15 y 12 μg/L respectivamente). Haciendo abstracción de esos dos puntos, se observa que la concentración **disminuye** hacia el S.E. ... (Texto 3)
La Tabla 1 muestra que en el caso de algunos metales **se exceden** los límites establecidos para la protección de la vida acuática o para la actividad agropecuaria. (Texto 2)
Las concentraciones de los metales pesados generalmente **excedieron** los niveles de protección para la vida acuática. (Texto 1)
... se **incrementa** el cadmio en las células cultivadas en presencia de metal. (Texto 2)
El Cd y el Pb se encuentran en concentraciones que no **superan** el límite de detección del método. (Texto 3)
ADJETIVOS
El Fe es el metal pesado más **abundante** en estas aguas. (Texto 3)
Estas floraciones estacionales de Cyanophyceae estarían relacionadas con altas temperaturas, **bajas** concentraciones de oxígeno y **altas** de amonio (cita). (Texto 1)
La fotosíntesis y la respiración tienden a ajustarse alrededor de una concentración **descendente** del oxígeno disuelto en el agua. (Texto 5)
... los datos obtenidos en este trabajo revelan concentraciones **elevadas** de As en acuíferos profundos ... (Texto 3)
Para evitar un consumo **excesivo** de oxígeno en un estrato de poco espesor, es mejor que la zona donde se desparraman los sedimentos sea en declive convexo suficiente ... (Texto 5)

... el aumento de la temperatura implica un **mayor** consumo de oxígeno que afectará seriamente las distintas comunidades que viven en el medio. (Texto 6)
... el Cd no afecta a las algas hasta por encima de concentraciones de 30 µg, pero desde concentraciones diez veces **menores** afecta seriamente al zooplancton y más a los rotíferos que a los crustáceos. (Texto 5)
... el agua lleva en solución o suspensión **muchas** sustancias. (Texto 6)
El As es un elemento altamente **nocivo** para la salud. (Texto 3)
La transformación de materia orgánica en inorgánica reutilizable, la realizan las bacterias y hongos acuáticos, organismos invisibles muy **numerosos** que, a pesar de ser microscópicos, realizan una valiosísima labor. (Texto 6)
En la problemática del uso y contaminación de las aguas corrientes se incluye el aspecto sanitario, concerniente a la persistencia y aun a la multiplicación en las aguas contaminadas de bacterias **patógenas** ... (Texto 5)
Son más **peligrosos** los metales que forman fácilmente compuestos orgánicos, y el ejemplo más divulgado es el del mercurio, que forma compuestos metilados por la actividad orgánica en los sedimentos. (Texto 5)
En los dos lagos contaminados, el fitoplancton es más **pobre** ... (Texto 5)
La biorremediación se ha utilizado con éxito en las tareas de limpieza de algunos sitios contaminados, en particular con sustancias **tóxicas** de origen orgánico. (Texto 2)
Los organismos y comunidades pueden ser **útiles** para la determinación y cuantificación de la contaminación ... (Texto 6)
NOMBRES
Los resultados de los bioensayos concordaron con las tendencias en la **abundancia** de clorofitas observadas en el río en los mismos meses. (Texto 1)
Otros experimentos tienden a un balance positivo y a cierto **aumento** de la concentración de oxígeno. (Texto 5)
Si bien la respuesta del zooplancton resultó probablemente de la interacción de distintos factores, la **declinación** del oxígeno habría sido uno de los más determinantes. (Texto 1)
Los plecópteros son mucho más sensibles al **descenso** del oxígeno disponible que los efemerópteros ... (Texto 5)
En cambio, en las curvas correspondientes al cadmio, se observa una clara **disminución** de metal en el sobrenadante ... (Texto 2)
... el agua queda enriquecida con minerales y nutrientes, entre ellos con un frecuente **exceso** de fósforo. (Texto 5)
... la **velocidad** relativa de descomposición de los distintos tipos de materia orgánica recibida puede dominar la biología de los cursos de agua ... (Texto 5)

Cuadro 4.5.: Ejemplos de predicaciones evaluativas que activan el significado de 'indicador'.

4.2.3. Cualidades naturales y funcionales

Respecto de las unidades léxicas señaladas por los especialistas como terminológicas y que denotan cualidades, prevalecen aquellas que refieren a cualidades naturales. En el contexto de la limnología, estas unidades pueden realizarse como nombres deadjetivales (*alcalinidad,*

conductividad, dureza, pureza, turbidez, turbulencia) o como adjetivos (*ácido, acuático, amoniacal, (an)aerobio, aeruginosa, ambiental, atmosférico, bacteriano, bacteriológico, coliforme, (bio)degradable, disuelto, dulce, fecal, intersticial, microbiano, muerto, natural, (in)orgánico, pesado, puro, subterráneo, superficial, turbio, vivo*).

Entre los nombres que denotan cualidades naturales, un grupo activa el significado 'indicador' (véase 4. a) en el *Apéndice del capítulo 4*). En efecto, el análisis de estas unidades en las concordancias extraídas del corpus permite concluir que, al igual que las entidades naturales y los eventos naturales, estas cualidades adquieren en la limnología un carácter instrumental.

(85) En el campo se determinaron por duplicado: temperatura y pH (sensor Luftman P300), conductividad (sensor Luftman C400), alcalinidad total (por titulación con HCl) y dureza total (suma de alcalino térreos por valoración con EDTA-Na^2 e indicador mixto). (Texto 1)

(86) Respecto a las determinaciones físico-químicas se realizaron las siguientes: pH (Método Electrométrico), Sólidos Totales (Evaporación y secado en estufa a 105° C), Dureza Total (Titulación con EDTA), Calcio (Titulación con EDTA), Magnesio (Cálculo por diferencia entre Dureza y Ca), Alcalinidad Total (Titulación ácido-base), Cloruro (Titulación argentométrica)... (Texto 4)

(87) Observar la turbidez, agregar unas gotas de formol para bloquear la actividad de microorganismos, y mantener los frascos destapados. Anotar lo observado. (Texto 5)

(88) Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad aumentaron aguas abajo, mientras que oxígeno disuelto y pH disminuyeron. (Texto 1)

(89) El agua era ligeramente alcalina... (Texto 5)

En los ejemplos (85-88) pueden apreciarse los contextos que le imponen a estos nombres un quale télico: por un lado, las predicaciones del tipo 'analizar' introducidas por *determinación* en (85) y (86), y por *observar* en (87); por otro lado, las evaluaciones expresadas mediante los verbos *disminuir* y *aumentar* en (88), y el adverbio *ligeramente* en (89). Así pues, estos contextos coercionan el subtipo conceptual de estos nombres y adjetivos que denotan cualidades naturales imponiéndoles una interpretación funcional que permite clasificarlos como 'cualidades indicadoras'.

Por otra parte, las cualidades naturales aparecen en el corpus realizadas mediante adjetivos que modifican nombres que refieren a entidades naturales (véase 4. b) en el *Apéndice del capítulo 4*). Estas cualidades se realizan, en su mayoría, como adjetivos calificativos que

designan propiedades físicas del nombre al que modifican, como en (90), o como adjetivos relacionales con la función de adjuntos locativos[39], como *superficial* e *intersticial* en (91)[40].

(90) El recuento de bacterias coliformes dado en la Tabla 2 es indicador del estado sanitario de las aguas. (Texto 2)

(91) aguas superficiales e intersticiales (Texto 2)

Cabe destacar que parte importante de los adjetivos calificativos que denotan cualidades naturales así como los adjetivos relacionales de tipo natural forman parte, en el corpus, de sintagmas terminológicos (véase 92) (cfr. Adelstein & Kuguel 1999 y Kuguel 2003a).

(92)

agua intersticial	bacteria aerobia	materia orgánica
agua subterránea	bacteria coliforme	metal pesado
agua superficial	contaminación ambiental	oxígeno disuelto
análisis bacteriológico	materia fecal	Pseudomona aeruginosa

Respecto de las unidades léxicas señaladas por los especialistas como terminológicas y que denotan cualidades funcionales (ver 4.c) en el *Apéndice del capítulo 4*), un grupo con bastante representación en el corpus es el constituido por los adjetivos relacionales que refieren al ámbito mismo (*ecológico, limnológico*) o a disciplinas relacionadas (*biológico, bioquímico, físico, fisicoquímico, químico*):

(93) La caracterización ecológica de un río con llanura de inundación es útil para comprender cómo funcionan los complejos ecosistemas de la cuenca del Plata. (Texto 6)

(94) Con el fin de profundizar la caracterización de este río y determinar sus tendencias espaciales, se evaluaron 22 parámetros físicos y químicos ... (Texto 1)

(95) En cuanto a los parámetros microbiológicos, no hay diferencia entre la zona industrial y las zonas residenciales. (Texto 4)

Adaptando la clasificación de los adverbios presentada en Kovacci (1999), este grupo de adjetivos relacionales pueden considerarse como "nocionales" o "de punto de vista", puesto que admiten la paráfrasis por "desde el punto de vista o la perspectiva de *x* (x = disciplina)". Así, (93) se refiere a una caracterización que toma el punto de vista de la ecología, mientras

[39] Bosque & Picallo (1996) incluyen este tipo de adjetivos entre los relacionales clasificativos.

[40] La única excepción encontrada en este grupo la constituyen *microbiano, bacteriano* y *bacteriológico*, que son relacionales temáticos con el rol de paciente y función de sujeto en los dos primeros casos (*diversidad microbiana, crecimiento bacteriano*) y de objeto en el tercero (*análisis bacteriológico*).

que los parámetros mencionados en (94) y (95) suponen la perspectiva de la física y la química, en un caso, y de la microbiología, en el otro caso.

Otro grupo importante de unidades léxicas que denotan cualidades funcionales es el formado por adjetivos calificativos que suponen una evaluación especializada –como *resistente* y *tolerante* (cfr. 96)–, que, junto con otros adjetivos evaluativos no terminológicos –como *excesivo* o *útil*– son responsables de la activación del significado especializado de 'indicador', asociado a entidades o procesos naturales (cfr. cuadro 4.5. *supra*).

(96) Dentro de la amplia diversidad microbiana, existen microorganismos resistentes y microorganismos tolerantes a metales. (Texto 2)

Finalmente, entre las cualidades funcionales, se encuentran las unidades léxicas *contaminación, contaminado, eutrofia, eutroficación, eutrófico, polución y poluído*, fundamentales en el corpus analizado, no solo por su frecuencia sino también por su significado, central en lo que refiere al área temática de los textos analizados (cfr. 3.2.3.1.). En los ejemplos (97) a (99), el nombre deverbal *contaminación* denota un evento de cambio de estado cualitativo (cfr. 4.2.2.1. *supra*) y los adjetivos *bacteriológica* (97), *química* (97 y 98) y *térmica* (99) expresan la causa de la contaminación.

(97) Como consecuencia de las actividades antrópicas y de la falta de conciencia del cuidado que requieren los cursos de agua superficiales por parte de la población, nos encontramos ante una mezcla extremadamente compleja de contaminación química y bacteriológica en estas aguas. (Texto 2)

(98) Puesto que las moléculas usadas cambian continuamente para mantener activa una guerra química, que es contrarrestada por un proceso de evolución adaptativa, la respuesta de los ecosistemas a las diversas formas de contaminación química constituye un amplísimo experimento de ecología y evolución. (Texto 5)

(99) En el caso de la llamada contaminación térmica, provocada por los sistemas de enfriamiento de industrias siderúrgicas, papeleras, nucleares, el aumento de la temperatura implica un mayor consumo de oxígeno que afectará seriamente las distintas comunidades que viven en el medio. (Texto 6)

Ahora bien, a pesar de que el corpus presenta casos en los que *contaminación, eutroficación* y *polución* pueden clasificarse como eventos, tal como sería esperable por su origen deverbal, la mayoría de las concordancias analizadas revela que en el contexto de la limnología estas unidades son entendidas principalmente como propiedades de las sustancias naturales originadas, sufridas y evaluadas por agentes humanos. En efecto, el análisis de los patrones

sintácticos extraídos de los textos pone en evidencia que, por un lado, estas formas, al igual que los adjetivos correspondientes, denotan una cualidad graduable y, por otro lado, que esta cualidad es de tipo funcional. En (100-102) se transcriben algunos ejemplos que ilustran la graduabilidad asociada a estas formas.

(100) Según un índice de calidad de agua basado en los valores de temperatura, cloruros, nitrógeno amoniacal, DBO y oxígeno disuelto, [...] Cascallares se calificó como un sitio poluído y los restantes con polución elevada a muy elevada. (Texto 1)

(101) Algo similar ocurre en el río Reconquista, donde el oxígeno disuelto en su tramo superior escasamente contaminado oscila alrededor de 7 mg/litro cerca de su desembocadura. (Texto 6)

(102) En la mayoría de estos trabajos, se hace referencia a una fuerte contaminación en aguas de escasa profundidad (entre 6 y 20 metros), y prácticamente no se mencionan datos de aguas profundas. (Texto 3)

En (100) la polución se interpreta como una propiedad del agua y el grado en que ésta se presenta en los análisis es considerado elevado. En (101) el grado de contaminación es evaluado mediante el adverbio *escasamente*, y en (102) por medio del adjetivo *fuerte*.

Por otro lado, el sentido funcional que estas unidades adquieren en los textos de ecología se evidencia tanto cuando aparecen asociadas a entidades o eventos indicadores como cuando se explicita el origen humano de la contaminación.

(103) Cr, Cd, Cu y Pb fueron seleccionados como indicadores de contaminación ya que estos elementos suelen estar asociados a los efluentes de muchas industrias. (Texto 3)

(104) Cuando a la simple extracción de petróleo se une una industria petroquímica, la contaminación aumenta rápidamente, como se ha manifestado muy bien en la progresiva alteración de algunas características de las biotas del lago de Maracaibo, sujeta al mencionado proceso de desarrollo industrial. (Texto 5)

(105) En la problemática del uso y contaminación de las aguas corrientes se incluye el aspecto sanitario, concerniente a la persistencia y aun a la multiplicación en las aguas contaminadas de bacterias patógenas (*Escherichia, Vibrio, Salmonella*, etcétera), virus relacionados con parálisis, meningitis, hepatitis, gastroenteritis, afecciones respiratorias, y aun de vehículos de parásitos (gasterópodos, larvas de dípteros). (Texto 5)

(106) Un organismo indicador clásico es la bacteria *Escherichia coli*. La presencia de esta especie en un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana, ya que sólo se reproduce en el tracto digestivo del hombre. (Texto 6)

En (103) se advierte que las entidades naturales 'cromo', 'cadmio', 'cobre' y 'plomo' son causa de contaminación en tanto y en cuanto tengan un origen humano ("estos elementos suelen estar asociados a los efluentes de muchas industrias"), es decir, cuando estas entidades naturales devienen instrumentos naturales. En (104) *contaminación* se asocia a una causa natural expresada por la proposición natural "alteración de algunas características de las biotas". Sin embargo, esta alteración se vincula, a la vez, con un origen humano ("sujeta al mencionado proceso de desarrollo industrial"). La introducción del agente humano se advierte también en la predicación evaluativa *rápidamente*, ya que ésta supone los eventos 'analizar' y luego 'evaluar', ambos intencionales. En (105) la causa natural de la contaminación aparece expresada por *bacterias* ("la persistencia y la multiplicación en las aguas contaminadas de bacterias patógenas"), pero, a diferencia de lo observado en (103) y (104), en este caso el hombre no aparece como origen sino como afectado, a partir de la cualidad funcional *patógenas*. Finalmente, en (106) la misma entidad (*bacteria*) es presentada como causa de contaminación ("la presencia de esta especie en un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana"), sólo que en este caso también se especifica el origen humano.

Así pues, la intencionalidad, que permite clasificar estas cualidades como de tipo funcional está determinada doblemente: por su agentividad y por su telicidad. Por un lado, la contaminación es entendida tanto por el especialista como por el lego como un fenómeno del cual el hombre es el principal responsable y el principal perjudicado. Esto es así porque el quale agentivo vincula la contaminación hídrica con las actividades humanas que la causan y el quale télico incorpora la dimensión de funcionalidad. Por otro lado, el análisis de los textos del corpus pone en evidencia que nombres como *contaminación* y adjetivos como *contaminado* se combinan con predicaciones evaluativas (*elevada, fuertemente*), que suponen el evento intencional de analizar, activando así el carácter instrumental que constituye su significado especializado en el ambito de la limnología.

CONCLUSIONES

En este capítulo se han expuesto los principios teóricos adoptados para el tratamiento semántico del léxico, por un lado, y, por otro lado, se han empleado estos principios para analizar los términos extraídos del corpus, de modo de establecer sus significados especializados.

El análisis se basó en el modelo del Léxico Generativo, que tiene en cuenta cuatro niveles de representación del significado léxico –la estructura argumental, la estructura eventiva, la estructura de qualia y la estructura de herencia– y tres mecanismos de generación del significado en contexto –la co-composición, el ligamiento selectivo y la coerción de tipo.

Dentro de las unidades que denotan entidades naturales se reconocieron tres significados, que se activan en el contexto de la limnología: 'contenedor' (*agua, sedimento*), 'contenido' (*fitoplancton, materia, organismo, oxígeno*) e 'indicador de contaminación' (*clorofitas, escherichia, oxígeno*).

En cuanto a las unidades que denotan eventos, prevalecen aquellas que refieren a cambios de estado –ya sea de creación, de destrucción o de transformación. Entre ellas, las que denotan eventos naturales (*concentración, oxidación*) son interpretadas como eventos funcionales, a partir de la coerción de tipo impuesta por predicaciones del tipo 'analizar' –algunas de las cuales son unidades terminológicas que denotan eventos agentivos (como *muestrear*)– o por predicaciones evaluativas (*exceder*) y funcionales (*patógeno, tóxico*).

El mismo fenómeno de "funcionalización" que se da en las entidades y procesos naturales se verifica en las cualidades naturales (*alcalino, conductividad*), cuyo sentido especializado 'indicador' se genera también mediante coerción de tipo.

Finalmente, el grado de complejidad conceptual que pueden adquirir las unidades léxicas en contextos de especialidad se observa particularmente en la cualidad funcional representada por *contaminación* y *contaminado*, entre otros. En estos términos, al carácter funcional dado tanto por su agentividad –la contaminación tiene un origen humano– como por su telicidad –un elemento se considera contaminado en tanto y en cuanto perjudica a alguien– se suma el sentido especializado generado por la coerción de tipo, impuesta por predicaciones evaluativas.

Como conclusión, a partir de los resultados del análisis semántico de las unidades terminológicas del corpus se las puede ordenar en función de los valores terminológicos que

adquieren en el contexto de la limnología, como se muestra en la figura 4.5.

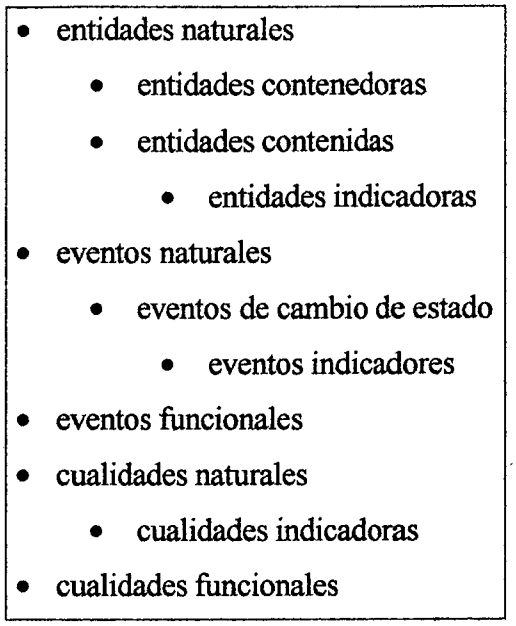


Figura 4.5.: Clasificación semántica de las unidades terminológicas del dominio de la limnología.

Apéndice del capítulo 4

1. Tipos conceptuales predominantes en el dominio de la limnología

1. a) entidades naturales

acuíferos
afluente
agua
alga
ambiente
amonio
arroyo
arsénico
bacillariophyceae
bacteria
cadmio
calcio
cepa
chlorela
chlorophyceae
cladoceros
cloruro
cobalto
cobre
comunidad
cromo
cyanophyceae
cyclotella
diatomea
elemento
escherichia
especie
euglenophyceae
fenol
fitoplancton
fósforo
género
(sub)grupo
hierro
individuo
larvas
magnesio
materia
material
metal
microorganismo
mineral
nitrato
nitrito
nitrógeno
nitzchia
nutriente
nutrimento
organismo
oxígeno
pH
plancton
plomo
potasio
pseudomona
río
rotíferos
sedimento
sistema
sulfato
sustancia
zinc
zooplancton

1. b) eventos naturales

concentración
consumo
(bio)degradación
demanda
(auto)depuración
descomposición
desnitrificación
dilución
fertilización
floración
mineralización
oxidación
precipitación
sedimentación
(di)solución
suspensión

1. c) eventos funcionales

determinación	recuento	tratamiento
medición	saneamiento	vertido
muestreo	titulación	

1. d) cualidades naturales

ácido	conductividad	natural
acuático	(bio)degradable	(in)orgánico
(an)aerobio	disuelto	pesado
aeruginosa	dulce	pureza/ puro
alcalinidad	dureza	subterráneo
ambiental	fecal	superficial
bacteriano	intersticial	turbidez/ turbio/ turbulencia
bacteriológico	microbiano	vivo
coliforme	muerto	

1. e) cualidades funcionales

(bio) (multi) resistente	eutroficación	patógeno
biogeográficas	eutrófico	poluto
biológico	eutrofizado	potable
bioquímico	eutrofizante	químico
contaminación	físico	tolerante/ tolerancia
contaminado	fisicoquímico	tóxico
ecológico	limnológico	
ecotoxicológico	poluído	

2. Tipos de entidades en el dominio de la limnología y su frecuencia por texto

2. a) entidades contenedoras

entidades contenedoras	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
acuíferos	1		7		1	1
agua	29	59	38	16	142	103
ambiente	3	3		3	3	5
arroyo	11	22				2
río	57	1	3		56	56
sedimento		14	3		22	5

2. b) entidades contenidas

entidades contenidas	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
alga	7				10	7
amonio	13			4	6	2
arsénico	8	1	17	6	3	2
bacillariophyceae	10				2	1
bacteria		5		9	7	13
cadmio	4	29	5		6	1
calcio			1	7	5	2
chlorella	2				5	
chlorophyceae	12				5	
ciclopoideos	1				1	
cladoceros	3				1	
cloruro	8			4	2	3
cobalto		2			1	
cobre	5	25	9		22	2
cromo	5		5	9	5	2
cyanophyceae	14				9	3
cyclotella	2				3	
diatomeas	1				8	
elemento				1	25	
escherichia		2		3	2	1
especie	8	3			21	16
euglenophyceae	2				18	2
fenol	6				2	3
fitoplancton	21				9	1
fósforo	1				18	1
género	4				2	
grupo		3	1		10	6
hierro		1	9		2	2
individuo	12				6	1
inorgánica			1	2	2	4
larvas	3				5	4
magnesio				4		2
materia		3	1		41	22
material			5		30	6

metal	9	64	13		25	3
microorganismo		17		1	6	6
mineral			1		3	9
nitrato	6			6	4	5
nitrito	6			4	1	3
nitrógeno	2	1	2	4	9	6
nutrimento	3				3	
organismo	3				66	34
oxígeno	15	19	2		42	31
partícula						13
pH	6	3		4	9	1
plancton	1				11	6
plomo	5	26	7		5	1
pseudomona		5		6	2	
sulfato				5	7	4
sustancia	1	1			7	36
zinc	7	26			3	
zooplancton	16				8	1

2. c) entidades indicadoras

entidades indicadoras	**Texto 1**	**Texto 2**	**Texto 3**	**Texto 4**	**Texto 5**	**Texto 6**
alga	7				10	7
amonio	12			4	6	2
arsénico	8		17	6	1	2
bacillariophyceae	10				2	1
bacteria		5		9	7	13
cadmio	4	29	5		6	1
chlorella	2				5	
chlorophyceae	12				5	
cladoceros	3				1	
cloruro	8			4	2	3
cobre	5	25	9		22	2
cromo	5		5	9	5	2
cyanophyceae	14				9	3
diatomeas	1				8	
elemento				1	25	

escherichia		2		3	2	1
euglenophyceae	2				18	2
fenol	6				2	3
fitoplancton	21				9	1
fósforo	1				18	1
género	4				2	1
grupo		3	1		10	6
hierro		1	9		2	2
individuo	12				6	1
magnesio				4		2
materia		3	1		41	22
material			5		30	6
metal	9	64	13		25	3
nitrato	6			6	4	5
nitrito	6			4	1	3
nitrógeno	2	1	2	4	11	6
nutriente	1	1		1	6	3
nutrimento	3				3	
oxígeno	15	19	2		42	31
pH	6	3		4	9	1
plancton	1				11	6
plomo	5	26	7		5	1
pseudomona		5		6	2	
rotíferos	8				3	
sustancia	1	1			7	36
zinc	7	26			3	
zooplancton	16				8	1

3. Tipos de eventos en el dominio de la limnología

3. a) eventos de cambio de estado

creación	**destrucción**	**transformación**		
		cualitativa	**cuantitativa**	**locativa**
floración *muestreo*	*consumo*	*depuración* *degradación* *descomposición* *desnitrificación* *dilución* *fertilización*	*concentración*	*precipitación* *sedimentación* *suspensión* *vertido*

		mineralización *oxidación* *saneamiento* *solución* *tratamiento*		

3. b) eventos naturales y funcionales y su frecuencia por texto [41]

eventos naturales	**Texto 1**	**Texto 2**	**Texto 3**	**Texto 4**	**Texto 5**	**Texto 6**
concentración	10	21	27		72 (2)	14
consumo	1	4	6	1 (1)	6 (1)	2 (3)
(bio)degradación	(1)				1	7 (4)
(auto)depuración					13 (1)	5 (1)
descomposición					11 (2)	2 (2)
desnitrificación					4	
dilución	1	1			3 (1)	
fertilización					1	(2)
floración	6					1
mineralización					2	
oxidación		2			16 (6)	1
precipitación		2			3 (1)	
saneamiento	1					1
sedimentación	(1)				1	3
(di)solución		5	2		10	1
suspensión		1			7	7
eventos funcionales	**Texto 1**	**Texto 2**	**Texto 3**	**Texto 4**	**Texto 5**	**Texto 6**
determinación	(7)	1 (7)	2 (1)	3 (2)	3 (5)	7 (1)
medición		1			2 (5)	1 (2)
muestreo	7 (1)	8	2	1 (1)		4
recuento	2	5		2		
titulación	1			4		1
tratamiento	1	13			10 (1)	(3)
vertido	2 (1)		1	1	11	13 (2)

[41] Entre paréntesis se señalan las frecuencias de los eventos que aparecen en forma verbal. Así, por ejemplo, en el texto 5 hay 72 ocurrencias del nombre *concentración* y 2 del verbo *concentrar*.

4. Tipos de cualidades en el dominio de la limnología y su frecuencia por texto

4. a) cualidades indicadoras

cualidades indicadoras	texto 1	texto 2	texto 3	texto 4	texto 5	texto 6
acidez					4	1
ácido		1	1	1	6	7
alcalinidad	6			4	2	
alcalino	1				3	1
amoniacal	1				3	1
conductividad	8				1	
dureza	6			5		1
fluorescencia					3	
fluorescente		3			1	
pureza	1		1			
puro					1	2
turbidez	6					4
turbio				1		
turbulencia					1	2

4. b) cualidades naturales

cualidades naturales	texto 1	texto 2	texto 3	texto 4	texto 5	texto 6
acuático	5	7			12	22
(an)aerobios		1		1	(3)	2 (1)
aeruginosa		1		2		
ambiental	1	2		1	6	12
atmosférico					2	2
bacteriano		2		1		1
bacteriológico		1		5		1
biodegradable	1	1				7
coliforme		4		6		
disuelto	10	4			4	18
dulce	1				3	
fecal		3		6	1	1
inorgánico			1	2	2	4
intersticial		20			1	
microbiano		4				
muerto					2	3

natural	3	1	6	1	15	20
orgánico	3	4			67	27
pesado	7	3	8		4	4
subterráneo		2	11	5	1	3
superficial	3	24	2		1	6
trófico	1				9	5
vivo					5	9

4. c) cualidades funcionales

cualidades funcionales	**texto 1**	**texto 2**	**texto 3**	**texto 4**	**texto 5**	**texto 6**
biológico	2				9	7
bioquímico		1			5	2
bioresistentes						2
contaminación	**9**	**6**	**4**	**7**	**33**	**43**
contaminado	**5**	**4**		**2**	**19**	**6**
ecológico					3	6
eutrofia **eutrofización** **eutroficación**					**2** **11**	 **1** **8**
eutrófico					7	
físico	6					6
fisicoquímico	1			5		6
limnológico	1				6	
multirresistente		9				
polución	**2**				**9**	**10**
poluto					**6**	
potabilidad				4		1
potable			1	3		5
químico	10	3	5		16	5
resistente	1	12			12	
tolerancia	1		3		3	
tolerante	1	15			1	1
toxicidad		1			3	2
toxico	7	1			**8**	9

CAPÍTULO 5

5. CONDICIONES COGNITIVAS Y PRAGMÁTICAS DE LA CONFIGURACIÓN SEMÁNTICA DE LOS TÉRMINOS

Este capítulo tiene la función de exponer los resultados de la investigación surgidos del análisis de los datos presentados en los capítulos 3 y 4. Estos resultados permiten corroborar la hipótesis que postula que las unidades léxicas empleadas para vehicular conocimiento científico activan componentes de significado que se encuentran condicionados por factores cognitivos y pragmáticos propios de la comunicación especializada. En la primera parte (5.1.) se expone cómo el particular entramado de inferencias conceptuales que caracteriza al conocimiento científico impacta en la función cognitiva de los textos de especialidad y, por consiguiente, en el léxico empleado en ellos. En la segunda parte (5.2.) se explica por qué el modo en que se realizan los niveles situacional, funcional y semántico de los textos de especialidad determina la configuración semántica de las unidades léxicas, en el nivel formal. El capítulo se cierra con la conclusiones extraídas respecto de estas cuestiones.

5.1. CONDICIONES COGNITIVAS DE LA CONFIGURACIÓN SEMÁNTICA DE LOS TÉRMINOS

En este apartado se da cuenta de la configuración semántica particular del léxico de especialidad a partir del establecimiento de relaciones entre las estructuras conceptuales de los textos –identificadas mediante las redes semánticas en el capítulo 3– y de las estructuras semánticas de las unidades terminológicas –representadas por los paradigmas léxico conceptuales trabajados en el capítulo 4. Para ello, se presenta, en primer lugar, la noción de 'concepto' de la que se partirá para establecer las peculiaridades de los conceptos en terminología. En segundo lugar, se analizan los conceptos de limnología, a partir de la puesta en relación entre los paradigmas léxico-conceptuales de las unidades léxicas con valor terminológico y la estructuración conceptual de los textos. Por último, se exponen las conclusiones relativas a las condiciones cognitivas del significado especializado.

5.1.1. Los conceptos

Los supuestos de partida adoptados respecto de los conceptos en general y de los conceptos en terminología son el producto de un relevamiento de la bibliografía sobre el tema, proveniente de la teoría de los conceptos, de la semántica léxica y de la teoría terminológica. El estudio de las distintas propuestas relevadas permitió realizar una selección de las propiedades consideradas relevantes para caracterizar los conceptos de especialidad. Estas propiedades son la subespecificación semántica, la composicionalidad contextual, el esencialismo, la tipicalidad, el modo de conceptualización, e modo de adquisición y el grado de complejidad.

5.1.1.1. La noción de 'concepto'

Al exponer la perspectiva adoptada en esta investigación respecto del significado léxico (cfr. capítulo 1), se definieron los conceptos como representaciones mentales estructuralmente complejas y potencialmente "abiertas". En este sentido, el punto de vista desde el que se abordan los conceptos en esta tesis se distancia de la teoría filosófica clásica, puesto que se basa en la postulación de que los conceptos codifican las condiciones suficientes, pero no siempre las necesarias, para su aplicación en la determinación del referente (cfr. Laurence & Margolis 1999). Asimismo, se propone una serie de propiedades que permitirá delimitar el concepto en terminología. En primer lugar, se considera que dos nociones fundamentales a la hora de establecer las particularidades cognitivas del léxico especializado son la subespecificación semántica y la composicionalidad contextual (cfr. Jackendoff 2002 y Pustejovsky 1995a).

Pustejovsky (1998a) distingue tres tipos de subespecificación: una subespecificación estructural débil, como la que se puede observar en los casos de homonimia estructural; una subespecificación léxica débil, que puede advertirse en la homonimia léxica, y una subespecificación léxica fuerte, que se resuelve en contexto y subyace a la segunda noción, esto es, a la composicionalidad[42]. De este modo, una unidad léxica semánticamente subespecificada actualizará valores conceptuales especializados en composición, en un contexto de comunicación especializada. Es decir, una única entrada léxica puede ser especializada o no según el contexto en el que es empleada[43].

---

[42]De hecho, Pustejovsky (1998a: 326) plantea que todos los ítems léxicos son (hasta un cierto punto) semánticamente livianos.

[43] Cfr. los principios de la Teoría Comunicativa de la Terminología en 1.2.1.

Otra de las nociones considerada relevante para establecer la particularidad cognitiva del léxico especializado es el esencialismo, que refiere a la relación concepto-referente. Esta noción, que ha sido tomada de las críticas a la teoría neoclásica por parte del atomismo fodoriano (cfr. Fodor 1998, Laurence & Margolis 1999), hace posible establecer distinciones en el modo en que se determina el referente dentro y fuera del quehacer científico. Así pues, mientras los valores "normales" (i.e., no especializados) de un concepto se constituyen a partir de las características superficialmente percibidas de los objetos, los aspectos especializados, en cambio, se basan en las propiedades esenciales atribuidas a su referente en todo mundo posible. De esta manera, el esencialismo pone de manifiesto el carácter "especial" de los conceptos especializados.

Finalmente, otro concepto relevante es el de tipicalidad, que surge de los procesos de categorización planteados por la teoría del prototipo (De Vega 1984). En la base misma de la construcción de las categorías conceptuales científicas opera una suspensión de la tipicalidad, puesto que la conceptualización no se realiza a partir de los rasgos salientes del referente (cfr. 5.1.2. *infra*). Esta característica –que se vincula estrechamente con el esencialismo– determina el carácter complejo de los conceptos especializados, en tanto se asocian a redes inferenciales altamente elaboradas.

En síntesis, en el marco de esta investigación, los criterios principales a la hora de caracterizar el léxico especializado desde el punto de vista cognoscitivo son la subespecificación semántica de los ítems léxicos, su composicionalidad contextual, la distinción entre propiedades esenciales y no esenciales al determinar el referente, y la suspensión de la tipicalidad en el proceso de conceptualización.

5.1.1.2. Los conceptos especializados

En el marco de la Teoría General de la Terminología (TGT), postulada por Wüster, los términos son entendidos como entidades semióticas (lingüísticas y no lingüísticas) que se emplean para vehicular conceptos científicos y técnicos, conceptos estos que se caracterizan por pertenecer a un área de conocimiento y estar claramente delimitados mediante definiciones. Desde la perspectiva de la TGT, dentro de un dominio de especialidad, la relación entre un concepto y una forma es siempre biunívoca y, por lo tanto, en los casos en que una misma forma se utiliza para más de un concepto, se postula la existencia de dos términos diferentes, cada uno con su definición. Por tal motivo, se plantearía, por ejemplo, un término *virus*$_1$ en medicina y otro, *virus*$_2$, en informática, puesto que cada uno se vincula con

un concepto diferente en disciplinas distintas. Asimismo, la palabra *virus*, tal como es utilizada en el lenguaje común, quedaría fuera de discusión, dado que no se encuentra vinculada con un concepto en el marco de una teoría científica sino que tiene un significado inscripto en un determinado sistema lingüístico[44]. Esta visión coincide con la teoría clásica de los conceptos, que los define como representaciones estructuradas en forma de definiciones, que codifican las condiciones suficientes y necesarias para su aplicación.

Ahora bien, si conocer un concepto implica conocer su definición, y, con ella, los rasgos que lo componen, el problema que surge es que los especialistas son muchas veces incapaces de definir los conceptos especializados con los que operan, aun cuando puedan determinar correctamente los referentes y establecer relaciones entre ellos. Esto es así porque en los ámbitos especializados las definiciones están estipuladas convencionalmente para lograr una mayor precisión en la comunicación y, por ello, no reflejan necesariamente el modo en que el especialista concibe el concepto ni todos los rasgos a los que lo asocia al pensarlo.

Por otro lado, si se postulan conceptos diferentes para una misma unidad, unos vinculados con teorías científicas y otros con sistemas de creencias no científicos, deberían postularse, consecuentemente, tantas entradas léxicas como conceptos científicos y no científicos haya. Jackendoff refiere a este problema al tratar el tipo de conocimiento compartido por los interlocutores en la comunicación especializada: "Cuando uso el término *lenguaje* hablando con un lingüista puedo invocar una asociación que surge de una experiencia compartida en la comunidad de la disciplina lingüística. Cuando uso la palabra hablando con mi dentista, sin embargo, no puedo presuponer estas asociaciones y debo dejarlas de lado para lograr que mi mensaje sea comprendido. Pero no se puede decir que haya dos palabras *lenguaje* en mi vocabulario, una para lingüistas y otra para dentistas" (Jackendoff 2002: 284-5). Mediante este ejemplo, el autor plantea no solo la imposibilidad de trazar diferencias tajantes de ese tipo, sino también su poca utilidad en términos funcionales, ya que la semántica léxica debe ocuparse de todas las conceptualizaciones que se cifran lingüísticamente en palabras. La perspectiva adoptada en esta tesis coincide con la de Jackendoff en este punto, ya que se considera que la distinción entre diccionario y enciclopedia presenta problemas de índole cognitiva que la hacen poco operativa para el análisis semántico.

---

[44] Wüster establece una distinción entre concepto y denominación, por un lado, y significado y signo (i.e. significante), por otro lado: "En terminología se parte del concepto y se busca su denominación, aunque para identificar y fijar un concepto es indispensable contar con una denominación o con algún otro signo. Si se procede a la inversa, es decir, si se parte del signo para llegar al concepto, el concepto se denominará el *significado* del signo, o también, el *sentido* del signo" (Wüster 1998: 39).

No es, pues, en el tipo de conocimiento contenido en los conceptos, sino en el modo de conceptualizar que se encuentran aquellos aspectos pertinentes para explicar la conformación de una configuración conceptual particular del léxico de especialidad.

En efecto, el conocimiento general se basa en conceptos construidos directamente a través de la experiencia y el contacto con el mundo. El conocimiento científico, en cambio, se conceptualiza a través de una estructuración mediatizada por un esquema preestablecido de referencia, que hace que cada concepto ocupe un lugar delimitado y definido en ese esquema (Cabré 1999: 160). Esto es así porque, en el quehacer científico, los conceptos son enlazados con propiedades que no están constituidas por similitudes basadas en cómo se perciben las cosas sino con propiedades esenciales que el referente posee aun cuando no se está en contacto con él. En tal sentido, tal como afirma Fodor (1998), más que un concepto definido por una teoría, se trata de un concepto que se enlaza con determinadas propiedades vía una teoría[45]. Así, mientras que las propiedades conceptuales "comunes" se constituyen a partir de las características superficialmente percibidas de los objetos, las especializadas surgen del análisis de cómo son las cosas realmente según una determinada teoría. De hecho, como quedó dicho en el apartado anterior, la principal diferencia entre las categorías *folk* o naturales y las taxonomías científicas radica en que, mientras unas se organizan a partir de la tipicalidad de ciertas características salientes percibidas en el referente, en las otras opera una suspensión de este criterio a favor de aquellas propiedades del objeto que, aun sin ser típicas o salientes, hacen a la esencia del mismo[46]. En este sentido, en un contexto especializado se produce una suspensión de la tipicalidad: el experto no se basa en la percepción de los rasgos más típicos o salientes del referente, sino en la observación detallada, la experimentación y la reflexión, dentro del marco restringido de una teoría científica.

Esto explica, a su vez, la distinción en la adquisición de unidades léxicas especializadas y unidades léxicas no especializadas, esto es, que los significados especializados se adquieran más tardíamente y de manera no espontánea, siempre en un determinado ámbito científico o técnico. Por ello, todo hablante de español posee el conocimiento común de lo que es, por

[45] De acuerdo con la concepción de Fodor "realmente no hay un concepto técnico de 'agua'; simplemente hay la manera técnica de tener el concepto 'agua' " (Fodor 1998:219).

[46] "Las taxonomías científicas (...) suelen corresponder a clasificaciones muy complejas, [que no se ajustan] a la manera como distribuimos los elementos: alrededor de un nivel básico. Por ello la categorización tradicional sacrifica la "fidelidad" a lo real en aras de un procesamiento más simple y operativo" (Cuenca & Hilferty, 2000: 64).

ejemplo, el oxígeno, pero solo el especialista en ecología vincula este concepto con determinadas propiedades postuladas por una teoría científica (cfr. Cabré *et al.*, 2001: 179).

Finalmente, los conceptos especializados se caracterizan por su complejidad. Propiedades, relaciones causales, funciones, son algunos de los aspectos que la ciencia busca definir para sus referentes. Muchas de las respuestas a tal búsqueda se integran en conceptos altamente complejos en cuanto al número y tipo de asociaciones que articulan. En tal sentido, los resultados del capítulo 4 muestran que la complejidad en las estructuras conceptuales de las unidades léxicas es lo que permite dar cuenta de su actualización como más o menos especializadas en composición con otros conceptos, en un determinado contexto lingüístico.

5.1.2. Los conceptos en el dominio de la ecología

Las conclusiones alcanzadas a patir de las redes semánticas de los textos (cfr. capítulo 3), así como de los paradigmas léxico conceptuales de las unidades léxicas empleadas en ellos (cfr. capítulo 4) constituyen una clara evidencia del grado de complejidad de los conceptos especializados en limnología. Esta complejidad, que surge de la red de inferencias conceptuales que los términos establecen entre sí en los textos así como de su densa estructura semántica, refleja, a su vez, el modo particular en que se construye el conocimiento en este ámbito de especialidad. Por tal motivo; es posible identificar las relaciones conceptuales propias del dominio a partir del análisis de las unidades en sus contextos naturales de empleo.

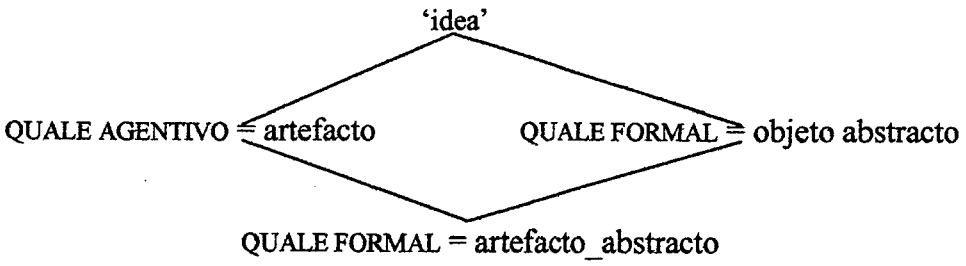
Con el fin de dar cuenta de esta complejidad y explicar cómo los conceptos más complejos se construyen a partir de los más simples, se recurre nuevamente al modelo del Léxico Generativo. En Pustejovsky (1998a, 2001) y Busa *et al.* (2001) se reconocen tres tipos conceptuales que pueden generarse en el léxico: tipos simples, tipos unificados y tipos duales o complejos[47].

Una unidad léxica que denota un tipo simple está asociada a la información relativa a su aspecto formal y/o al constitutivo. En los tipos unificados, en cambio, se implementa el principio de herencia ortogonal, que permite que una unidad léxica pertenezca a múltiples clases según sus diferentes aspectos del significado. Cada dimensión se especifica en términos de un quale. El concepto unificado 'idea', por ejemplo, hace referencia a un objeto mental abstracto, según su quale formal, y a un artefacto creado por el hombre, según su rol agentivo

[47] Pustejovsky (1998a: 336) considera que "desde el punto de vista del desarrollo conceptual, los tipos complejos se aprenden más tarde que los simples o los unificados".

(véase el esquema de 107). Los tipos unificados se crean combinando recursivamente un tipo simple o unificado con elementos adicionales de la estructura de qualia.

(107)



Los tipos complejos o duales (*dot object*), por su parte, involucran más de un tipo conceptual, y suelen manifestarse como ítems sistemáticamente polisémicos. Es el caso de *libro*, que puede denotar 'objeto físico' o 'información', o de *construcción*, que puede referir tanto a un proceso como a un estado. La diferencia del tipo dual con respecto al unificado es que en el tipo dual la combinación de los sentidos está restringida por una relación específica, o sea, que en lugar de sumarse, los sentidos establecen entre sí relaciones, que pueden ser temporales, de parte-todo, de causa efecto, entre otras. Así, el significado de *libro* se estructura mediante una relación de contención –el 'objeto físico' contiene 'información'–, y en *construcción*, la relación entre 'proceso' y 'estado' es una relación temporal de precedencia estricta.

En textos especializados en ecología, los valores actualizados en la configuración semántica del léxico ponen de manifiesto una estructura conceptual en la cual entidades, eventos y cualidades se vinculan de un modo particular. En efecto, el esquema global, construido sobre la base de las redes conceptuales de los seis textos (cfr. 3.2.3.2. *supra*) y que se reproduce aquí como figura 5.1., se puede observar la manera peculiar en que entidades naturales se combinan con la acción de un agente humano, dando lugar a lo que en el capítulo 4 se caracterizó como una cualidad funcional: un especialista toma como parámetro para medir la calidad de un recurso natural el comportamiento de los elementos que allí se encuentran, y el tipo de transformaciones sufridas por estos elementos le permite evaluar en qué medida se ve alterada la calidad del recurso.

El objeto de estudio del limnólogo está constituido por entidades naturales concretas. El tratamiento de estas entidades desde una teoría científica es lo que da lugar a su conceptualización específica en el dominio y, en consecuencia, a la estructuración conceptual de este ámbito especializado. En el capítulo 3 se ha mostrado cómo esta estructuración puede recuperarse a partir de las redes conceptuales de los textos. En este apartado, se intenta

demostrar cómo la configuración conceptual del dominio impacta en la particular configuración semántica de las unidades léxicas, presentada en el capítulo 4. Para ello, se focaliza en las clases conceptuales que constituyen el valor terminológico propio de la limnología: el grupo de los 'contenedores', como *agua*, considerados unidades de tipo unificado y los 'indicadores', como *oxígeno*, que serán tratados conceptualmente como de tipo dual.

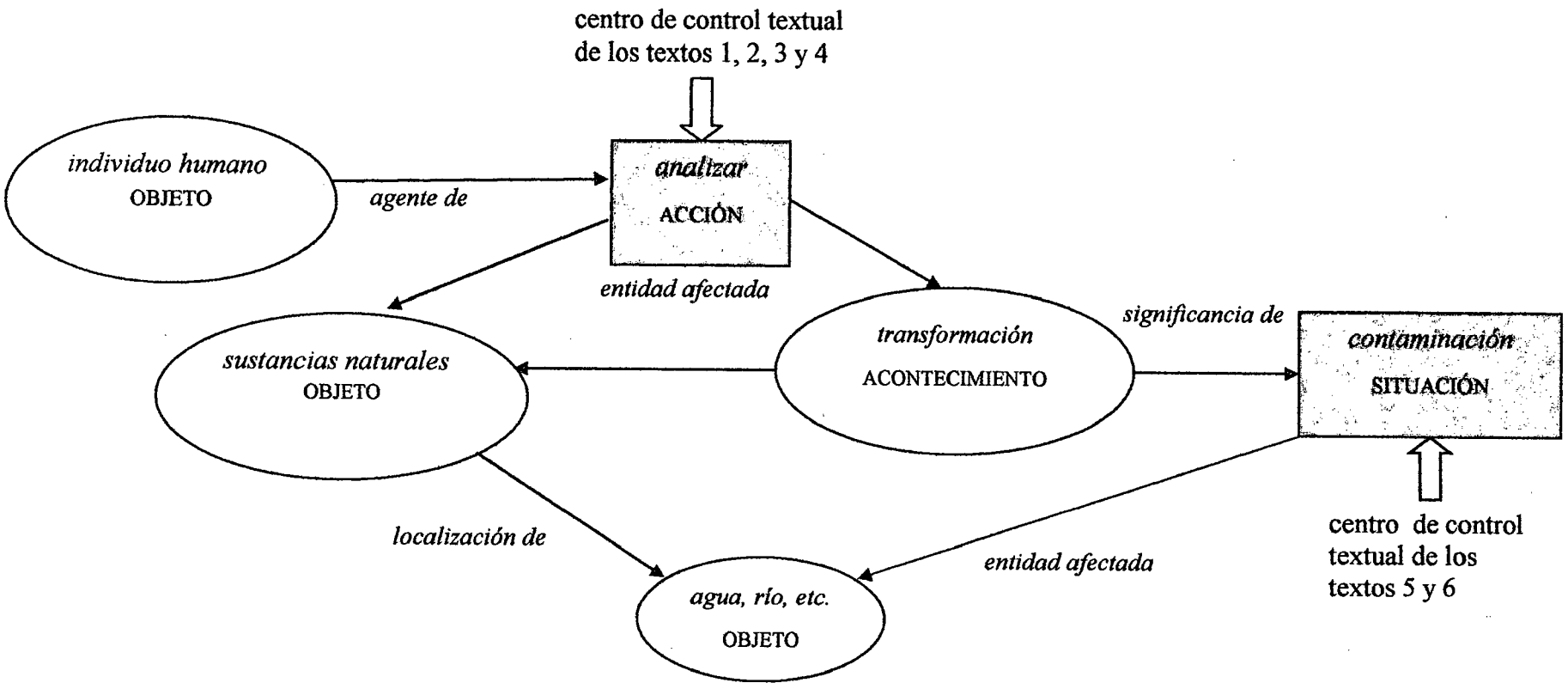


Figura 5.1. Red conceptual global, compartida por los seis textos.

5.1.2.1. El agua: locativo natural

Al haberse producido en el subdominio de la limnología, los textos del corpus estudian el agua como un recurso natural. Por esto mismo es que los sentidos generados para la unidad léxica *agua* en este contexto van más allá de los rasgos 'líquido' y 'bebible', generalmente asociados a esta unidad en la comunicación no especializada, y difieren, además, de *agua* como 'fuente de energía', que puede asociarse a la unidad en otros subdominios de la ecología.

Asimismo, el hecho de que el área temática seleccionada sea la contaminación hídrica explica la asociación entre la cualidad 'contaminación' y la entidad 'agua': para determinar la calidad del agua, el limnólogo estudia el comportamiento de ciertas sustancias que se hallan en ella. Por este motivo, el valor terminológico central de la unidad léxica *agua* en este dominio es el de 'contenedor'. De hecho, en la figura 5.1. se puede observar que los 6 textos analizados coinciden en que *agua* representa una 'localización' de las sustancias analizadas por el hombre. Este aspecto locativo otorgado al referente influye en la estructura semántica del ítem léxico *agua* habilitando el sentido de 'contenedor', que se genera y recupera a partir de ciertos contextos sintácticos (tal como se vio en el capítulo 4 y se retoma en el capítulo 6). Aquí se plantea que este sentido se incorpora a la unidad mediante un proceso de unificación de tipos[48].

En (108) se expone el paradigma léxico conceptual de *agua*, basado en el presentado en el capítulo 4 como (17).

(108) ***agua* como 'locativo natural'**

EA	ARG = y : *agua*
	ARG-S = x : contenido
EE	e_1 : *existir*
	e_2 : *contener*
EQ	AGENTIVO = entidad natural (e_1, y)
	CONSTITUTIVO = locación (e_2, y, x)
	FORMAL = locativo natural $(e_1, y) \bullet (e_2, y, x)$
EH	→ contenedor

[48] Una de las pruebas de que se trata de un sentido especializado, que no surge de una conceptualización espontánea del objeto agua es que la categorización *folk* de *agua* no considera su carácter locativo como un rasgo saliente.

Como se observa en (108), el tipo natural, que identifica el quale agentivo de *agua* en tanto entidad no creada por el hombre, se integra al subtipo locativo del quale constitutivo[49], generado por ligamiento selectivo (ver los contextos activadores del significado de 'contenedor' en los cuadros 4.1., 4.2. y 4.3. *supra*). De este modo, se forma un tipo unificado que puede denominarse 'locativo o contenedor natural' y que caracteriza el quale formal de *agua* en este contexto.

Este valor locativo se proyecta, a partir de la estructura de herencia de *agua*, en los ítems léxicos relacionados conceptualmente. Esto explica que unidades léxicas superordinadas, como *ambiente*, holónimos, como *acuífero* o co-merónimos, como *sedimento*, activen en este contexto el mismo significado de 'contenedor', mediante los mismos procedimientos de ligamiento selectivo del quale constitutivo.

La particular conceptualización de estas entidades como locativos naturales es lo que permite entender, como lo hacen los especialistas en el área, que al analizar el agua se la analice en tanto contenedor. En otras palabras, es lo que explica que "estudiar el agua", en limnología refiera siempre a "estudiar lo que se halla contenido en el agua".

Por otro lado, la predicación de *agua* mediante la cualidad *contaminada* liga el quale télico de esta unidad al introducir la evaluación de un agente humano, que además interviene como origen y como beneficiario –o mejor dicho como perjudicado– de la contaminación (cfr. 4.2.3.). Ahora bien, esta "funcionalización" de la entidad natural 'agua' se produce de modo indirecto, debido justamente a su carácter contenedor, ya que no depende de características del agua en sí, sino del carácter funcional asociado a las entidades contenidas en ella.

5.1.2.2. Las sustancias contenidas en el agua: indicadores naturales

Como ya fue expuesto en el capítulo 4 (cfr. 4.2.1.3. y 4.2.2.1.), las unidades léxicas que denotan entidades contenidas se caracterizan por asociarse con actividades típicas, generalmente manifestadas por expresiones que denotan eventos de cambio de estado como *degradación*, *descomponer* o *mineralización*. Estas actividades constituyen el núcleo de predicaciones que ligan el quale télico, sin llegar a modificar el tipo conceptual del nombre (en 109 se representa el paradigma léxico conceptual de *oxígeno*, mostrando únicamente los

[49] En la estructura de qualia extendida, presentada en Busa *et al.* (2001), se consideran tres subtipos del rol constitutivo: "parte" (tener partes o ser parte de), "locación" (tener en o estar en) y "miembro" (tener miembros o ser miembro de).

qualia constitutivo y télico, que intervienen en la constitución del significado 'entidad contenida').

(109) ***oxígeno* como 'entidad contenida'**
EA ARG = x : contenido
ARG-S = y : contenedor
ARG = w : causa
EE e_2 : *estar en*
e_3 : *transformarse*
EQ CONSTITUTIVO = contenido (e_2, y, x)
TÉLICO = actividad típica (e_3, w, x)

En muchos casos, el proceso natural de cambio de estado introduce consigo un argumento externo de CAUSA (w), que no supone una intencionalidad humana; de allí que la 'actividad típica' no produzca coerción ni de dominio ni de rango en las entidades contenidas, de hecho, estas predicaciones dan lugar a proposiciones naturales (ver *oxígeno* en 110-112).

(110) En el río Luján (cita) el pH y el **oxígeno** disminuyeron río abajo (Texto 1)

(111) Esta materia orgánica se expresa comúnmente por la cantidad de **oxígeno** necesaria para oxidarla totalmente o por el oxígeno que se consume naturalmente durante un tiempo limitado. (Texto 5)

(112) La actividad de las bacterias que degradan requiere de **oxígeno** para llevar la materia orgánica a dióxido de carbono y agua. (Texto 6)

Ahora bien, como se observa en la figura 5.1., el hombre interviene analizando las sustancias contenidas en el agua para comprobar su grado de contaminación; por ello en la estructura argumental de *oxígeno* –así como en las otras unidades léxicas que denotan entidades indicadoras– se debe suponer otro argumento, el agente que realiza la acción de analizar. Esta acción, a su vez, impone al nombre un quale télico directo en el que *oxígeno* deviene 'objeto de análisis' (el paradigma léxico conceptual representado en (113) focaliza en el quale télico, responsable del significado en cuestión).

(113) ***oxígeno* como 'objeto de análisis'**
EA ARG = x : contenido
ARG-S = y : contenedor
ARG = z : agente
EE e_2 : *estar en*
e_4 : *analizar*
EQ TÉLICO = objeto de análisis (e_4 (z, (e_2, x, y))

En los ejemplos (114-116) se puede observar que los eventos 'determinar' –*determinó* en (114) y *determinación* en (115)– y 'estudiar' –*estudiados* en (116)– se asocian a estos

nombres imponiéndoles un télico directo, mediante una coerción del rango conceptual, que "funcionaliza" la entidad natural, de modo tal que ésta es reclasificada, desde el punto de vista taxonómico, como un 'objeto de análisis' (cfr. (50) en capítulo 4).

(114) En cada alícuota se determinó por duplicado: turbidez (por nefelometría), sólidos totales (secado a 103-105°C), oxígeno disuelto (Winkler), DBO (consumo de oxígeno en 5 días) y DQO (método del dicromato de potasio). (Texto 1)

(115) Consiste en una incubación de la muestra de agua durante 5 días a 200 C y la determinación del oxígeno disuelto al comienzo y al final de la misma. (Texto 6)

(116) Los dos componentes más estudiados son el oxígeno (figs. 18-10 y 18-11) y la materia orgánica. (Texto 5)

Por otro lado, en el esquema global de la figura 5.1. se advierte que la situación de contaminación establece una relación de significancia (i.e. "x significa y") con las entidades contenidas, no solo a través de su análisis sino a través del acontecimiento 'transformación'. Esto es así porque las entidades naturales indicadoras no indican contaminación por su sola presencia en el agua sino por los cambios que sufren en ella. Esta compleja concatenación conceptual, que se ha podido recuperar a partir del análisis del nivel del contenido textual, se manifiesta en la estructura semántica de los nombres naturales, dando lugar al significado 'sustancias indicadoras', que se configura semánticamente como un tipo dual que combina dos sentidos: el de 'objeto de análisis' y el de 'instrumento' (este último introducido por predicaciones evaluativas).

En (117-119) se presentan algunos ejemplos en que la entidad natural 'oxígeno' es reinterpretada como un 'instrumento', sin dejar de activar el significado 'objeto de análisis'. Así, en (117) la 'actividad típica' *declinación* es analizada por el limnólogo, quien la evalúa como *fuerte*; y en (118) y (119), las predicaciones evaluativas que coercionan el quale télico 'instrumento' son *excesivo* y *mayor*, que modifican en ambos casos a la 'actividad típica' *consumo*.

(117) La disminución de nitritos y nitratos evidenciada luego de su aumento en paso del Rey y Gorriti, probablemente se deba a la fuerte declinación del oxígeno disuelto. (Texto 1)

(118) Los vertidos deben proscribiese en estuarios, fiordos y rías, donde, en función del régimen hidráulico, pueden determinar un consumo excesivo de oxígeno en estratos determinados. (Texto 5)

(119) En el caso de la llamada contaminación térmica, provocada por los sistemas de enfriamiento de industrias siderúrgicas, papeleras, nucleares, el aumento de la temperatura implica un mayor consumo de oxígeno que afectará seriamente las distintas comunidades que viven en el medio. (Texto 6)

Como se explicó en el capítulo 4, son las predicaciones evaluativas las que permiten postular la existencia del significado 'indicador' que se genera tanto en entidades como en procesos y cualidades naturales, en el dominio de la limnología. En cuanto a su organización conceptual, a diferencia de lo que ocurre en los locativos naturales, en que el significado léxico se construye mediante la unificación de dos tipos ($\text{agentivo}_{\text{natural}}$ + $\text{constitutivo}_{\text{contenedor}}$), en los indicadores el significado especializado se obtiene a partir de un tipo dual, puesto que los sentidos combinados mantienen una relación específica entre sí. Se trata de sentidos que se correlacionan con dos aspectos del quale télico que están vinculados mediante una relación temporal: las entidades naturales pueden devenir índices de contaminación únicamente tras ser analizadas por un especialista, quien evalúa su comportamiento en el agua. En (120) se propone una representación del paradigma léxico conceptual de *oxígeno*, centrada en los qualia télico y formal. En ella se puede observar cómo se relacionan las estructuras argumental y eventiva en cada uno de los aspectos del quale télico y cómo estos dos aspectos del significado –'objeto de análisis' e 'instrumento'– mantienen una relación de precedencia temporal estricta entre sí. Como resultado, el oxígeno es clasificado como indicador, lo cual se pone de manifiesto en el modo en que queda caracterizado el quale formal de la unidad.

(120) *oxígeno* como 'instrumento indicador'
EA ARG = x : oxígeno
ARG = z : agente
EE e_4 : *analizar*
e_5 : *evaluar*
EQ TÉLICO = objeto de análisis • instrumento = $(e_4, z, x) <_\alpha (e_5, z, x)$
FORMAL = indicador

En (121-124) se presentan otros contextos que ilustran cómo otros nombres de clase natural activan el significado de 'indicador'.

(121) El fuerte incremento observado de la carga de bacterias de origen fecal podría adscribirse al funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento. (Texto 2)

(122) En ningún caso se encontró la presencia de bacterias Coliformes fecales y Escherichia coli, por lo que se puede deducir que en las muestras analizadas no hay contaminación de tipo fecal. (Texto 4)

(123) La Tabla 1 muestra que en el caso de algunos metales se exceden los limites establecidos para la protección de la vida acuática o para la actividad agropecuaria. (Texto 2)

(124) Casi todos los metales analizados, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los limites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993) y el Código Alimentario Argentino (CAA 1994) para aguas de consumo. (Texto 3)

En (121) y (122), el significado 'objeto de análisis' es impuesto en el nombre *bacteria* por *observar* y *encontrar* (ambos eventos del tipo 'analizar'). A su vez, el significado 'instrumento' es coercionado por *fuerte* en (121), y por una inferencia explicitada por *deducir* en (122). En (123) y (124), la misma predicación evaluativa *ser excesivo* –negada en el último ejemplo– coerciona el significado 'indicador'en el nombre *metales*.

En (125) se reformula el paradigma léxico conceptual presentado en (51), incluyendo los aspectos considerados en este apartado, con el fin de representar la clase semántica 'indicador' en toda su complejidad.

(125) **indicadores_plc**

EA ARG $= x$
ARG-S $= y$: locativo
ARG $= w$: causa
ARG $= z$: agente

EE e_1 : *existir*
e_2 : *estar en*
e_3 : *transformarse*
e_4 : *analizar*
e_5 : *evaluar*
$((e_2 \circ_\alpha e_3) <_\alpha e_4) <_\alpha e_5$

EQ AGENTIVO = entidad natural (e_1, x)
CONSTITUTIVO = contenido (e_2, x, y)
TÉLICO = objeto de análisis • instrumento = $(e_4, z, x) <_\alpha (e_5, z, x)$
FORMAL = indicador

La representación de (125) pone de manifiesto que los indicadores proyectan tres argumentos: un locativo (y), en tanto siempre denotan sustancias que se encuentran en el agua; una causa (w), que, al igual que el locativo, puede explicitarse o no[50], y un agente (z), quien analiza la

[50] En (110), por ejemplo, aparece el locativo *río Luján*, y en (121) se manifiesta la causa *funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento*.

entidad natural primero y evalúa su transformación luego, otorgándole así la función de indicador de la calidad del agua a la entidad.

La estructura eventiva de este tipo de términos se compone de cinco eventos asociados: el primero, *existir* (e_1), responde al carácter no creado de las entidades indicadoras e identifica su quale agentivo; el segundo, *estar en* (e_2), da cuenta de la relación de contención que las caracteriza, determinando su quale constitutivo. Asimismo, las transformaciones naturales (e_3) que estas entidades sufren en el agua son analizadas (e_4) por el especialista y luego evaluadas (e_5), con el fin de establecer el grado de contaminación hídrica de la que son parámetro. Las dos funciones que las sustancias contenidas en el agua tienen para el limnólogo –como objeto de análisis y como instrumento– determinan la construcción de un tipo dual, representado en el quale télico de la entrada léxica (objeto de análisis • instrumento), a partir de lo cual estas unidades léxicas son reinterpretadas semánticamente como 'indicadores' en su rol formal.

Todos los indicadores lo son de la calidad del agua, pero cada indicador puede estar asociado a diversos argumentos CAUSA, que, en su mayoría, tienen su origen en actividades humanas. En (126), por ejemplo, la causa de la concentración de metales es su vertido intermitente; en (127) es el uso de jabones y detergentes lo que causa la disminución de oxígeno, y en (128) las concentraciones de metales se ligan con la presencia de centrales termoeléctricas en la zona estudiada.

(126) La falta de patrones espaciales definidos en la concentración de metales pesados es atribuible al vertido de los mismos en forma intermitente. (Texto 1)

(127) El gran uso de jabones y detergentes puede provocar la aparición de espumas sobre la superficie de los ríos que dificultan el intercambio gaseoso con la atmósfera llevando a disminuciones más marcadas del oxigeno disuelto. (Texto 6)

(128) Llama la atención la presencia de concentraciones ligeramente superiores de algunos metales como Cu, Mn, Fe y Pb en el pozo muestreado en la localidad de El Bracho. En esta localidad se encuentra un grupo de cuatro centrales termoeléctricas que abastecen de energía a la provincia de Tucumán y el resto del NOA. (Texto 3)

Por otro lado, tal como puede observarse en (129-130), 'contaminación' es una cualidad gradual (cfr. 4.2.3.); por ello, las predicaciones evaluativas respecto de la modificación de las sustancias indicadoras se organizan según una escala de referencia. De allí que la transformación –cualitativa, cuantitativa o locativa– que afecta a las sustancias contenidas constituya un nodo conceptual a nivel textual así como un aspecto del significado léxico de los indicadores.

(129) La magnitud con que las máximas concentraciones de metales pesados superaron los límites permitidos para la protección de la vida acuática refleja la gravedad de la situación. (Texto 1)

(130) Las formas de crecimiento de *Sphaerotilus natans* y de otras bacterias son función de las características del medio y, en este sentido, tienen valor indicador. (Texto 5)

En la figura 5.2. se propone una esquematización de cómo se genera el significado 'indicador' como un tipo dual.

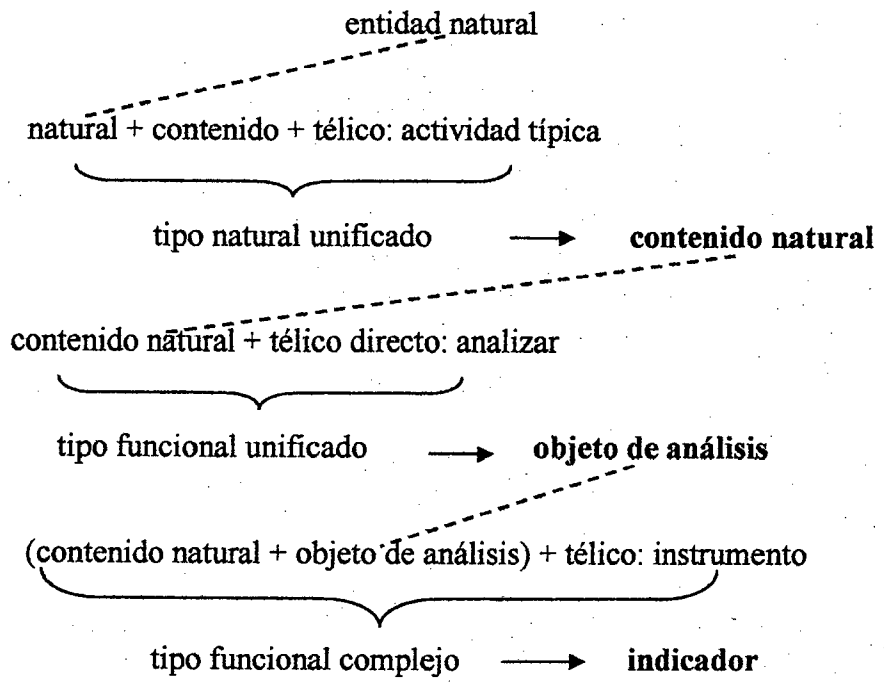


Figura 5.2. Esquema de la construcción del significado especializado de 'indicador'

Así pues, los nombres *oxígeno*, *bacterias*, *rotíferos*, etc. denotan entidades naturales, contenidas en el agua, y que se transforman. Estas tres características se reflejan en la forma en que se realizan el quale agentivo (=natural), el quale constitutivo (=contenido) y el quale télico (=actividad típica), que son los aspectos del significado que se unifican generando el tipo natural 'contenido natural'.

Este contenido natural es lo que el limnólogo estudia para diagnosticar la calidad de un curso de agua, lo que explica que estos nombres activen un valor intencional en relación con el evento 'analizar', que impone un rol télico. Este valor se integra al de 'contenido natural' dando lugar a un tipo unificado funcional 'contenido natural + objeto de análisis'.

Pero, el análisis de lo que hay en el agua tiene como finalidad evaluar si ésta está contaminada, con lo cual, además de actualizar un télico directo, estos nombres actualizan un valor instrumental. La unión de ambos sentidos, que da lugar al sentido 'indicador', es interpretada como un tipo dual puesto que no se suman simplemente sino que el evento de 'analizar' precede necesariamente al de 'evaluar'.

De este modo, afirmar que en el contexto de la ecología ciertos nombres de clase natural adquieren el significado especializado de 'indicadores' equivale a postular que la organización conceptual del dominio determina una estructura semántica de los nombres que denotan entidades naturales en la que los múltiples aspectos del significado se estructuran a partir de una relación temporal en la que 'objeto de análisis' precede necesariamente a 'instrumento'.

5.1.3. La relación entre conceptos, términos y textos

El hecho de que los significados 'locativo' e 'indicador', que caracterizan la estructura semántica de los nombres de clase natural en el ámbito de la limnología, se correspondan con la estructura conceptual de los textos de especialidad producidos en ese dominio demuestra que el conocimiento del hablante especialista respecto de aquello que constituye su objeto de estudio integra el significado del léxico especializado. Se puede afirmar, entonces que en el contexto de la ecología, la unidad léxica *agua* activa el valor terminológico de 'locativo' y *oxígeno*, el de 'indicador', que el primero surge de la unificación de 'natural' y 'contenido' (ver 131), y que el segundo constituye un tipo dual en el que la unificación de 'natural' más 'contenido' más 'objeto de análisis' precede temporalmente a 'instrumento' (ver 132).

(131) *agua* = $\text{Agentivo}_{\text{natural}} + \text{Constitutivo}_{\text{contenedor}}$

(132) *oxígeno* = $(\text{Agentivo}_{\text{natural}} + \text{Constitutivo}_{\text{contenido}} + \text{Télico}_{\text{objeto\_análisis}}) <_{\alpha} \text{Télico}_{\text{instrumento}}$

Por otro lado, la posibilidad de relevar estos valores a partir del modo en que las unidades se combinan entre sí en contexto demuestra que se trata de activaciones semánticas que acarrean consecuencias en el plano sintáctico. Por ello se ha podido recuperar esta información a partir de evidencia sintáctica. En tal sentido la aplicación del modelo del Léxico Generativo permitió establecer las regularidades necesarias no solo para postular la existencia de los locativos y los indicadores como las dos clases semánticas centrales alrededor de las cuales se configura el dominio, sino también para reconocer cuáles unidades léxicas activan uno u otro significado en contexto.

Así, por ejemplo, en (133), el nombre *rotíferos* activa el significado de 'indicador', impuesto por la predicación evaluativa *abundantes*. En (134) *disminuye* genera el significado 'indicador' en el nombre *algas*, y *abajo* activa el significado 'locativo' de *agua*. Asimismo, en (135) *metales* es un 'indicador' y *sedimentos* y *aguas subterráneas* son interpretados como 'locativos' en virtud del contexto preposicional con *en*. El mismo tipo de contexto activa el significado de 'locativo' en *aguas subterráneas* del caso ilustrado en (136), en el que el 'indicador' es también *metales*.

(133) Los rotíferos fueron más abundantes que los crustáceos. (Texto 1)

(134) Aguas abajo, la producción de las algas disminuye. (Texto 5)

(135) Por otra parte, se determinó que el contenido de metales es muy elevado en los sedimentos y en las aguas subterráneas. (Texto 2)

(136) Por tal motivo se realizó un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de este sector. (Texto 3)

Asimismo, estos significados especializados que se generan en contextos específicos pueden activarse, por herencia proyectiva, en las unidades léxicas conceptualmente vinculadas. Así 'locativo' se genera tanto en *arroyo*, como en su merónimos *aguas* y *sedimentos* (137). Del mimo modo, el significado 'indicador' se activa tanto en *organismo* (138) como en su hipónimo *fitoplancton* (139), y en *Cyanophyceae* (139), hipónimo, a su vez, de *fitoplancton*.

(137) a) evaluar los niveles de concentración total de metales en el arroyo, ya sea en las aguas como en los sedimentos (Texto 2)

(138) Se calculó la cantidad de organismos en individuos por litro (ind/L). (Texto 1)

(139) La abundancia total de fitoplancton varió entre 1,5 y 55000 ind/L, con un promedio de 6,4000 ind/mL. Chlorophyceae (41%), Bacillariophyceae (38%) y Cyanophyceae (19%) fueron las clases dominantes. (Texto 1)

Por otro lado, cabe notar que los significados activados en el contexto particular de la ecología no "desactivan" los aspectos del significado que el ítem tiene por herencia fija, es decir, aquellos asociados a los nombres que denotan clases naturales a partir de las taxonomías básicas de las ciencias naturales. Así pues, en ecología las Cyanophyceae son 'un_tipo_de indicador' a la vez que 'un_tipo_de alga', con lo cual, su configuración semántica se resuelve, en realidad, mediante una herencia múltiple del tipo de la representada en la figura 5.3.

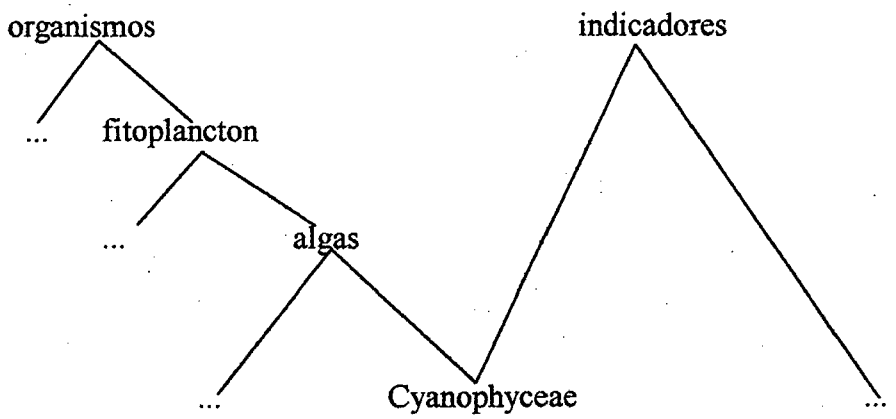


Figura 5.3. Ejemplo de la herencia múltiple en *Cyanophyceae*.

Al analizar las unidades semánticamente más inclusivas y advertir cómo los significados generados en el contexto de la ecología se suman a los que estos ítems ya poseen por tratarse de entidades presentes en las taxonomías de la biología y la química, se pone en evidencia el carácter de "disciplina de cruce" que la ecología tiene en tanto campo interdisciplinario (cfr. 2.2.). Pero además estas unidades genéricas (como *organismo* o *individuo*) han resultado una de las pistas clave para analizar los condicionamientos pragmáticos del significado especializado, en la medida en que su funcionamiento en los textos pone de manifiesto las consecuencias de los diferentes grados de especialización en el nivel de la semántica del léxico, como se verá en la siguiente sección.

5.2. CONDICIONES PRAGMÁTICAS DE LA CONFIGURACIÓN SEMÁNTICA DE LOS TÉRMINOS

Conocer una unidad léxica implica conocer no solo la información fonológica, morfológica, sintáctica y semántica asociada a ella, sino también la pragmática, es decir, la información que orienta al hablante acerca de las situaciones en las que es apropiado utilizar tal unidad. En este sentido, es posible recurrir al criterio pragmático para distinguir entre léxico común y léxico especializado, sobre la base de que este último se emplea para la comunicación entre expertos en y sobre los diversos campos del saber especializado (cfr. Cabré 1999: 26). Esta investigación, sin embargo, no se centra en la distinción entre término y palabra sino en la descripción y el análisis del significado del léxico especializado en su contexto natural de empleo. Por ende, esta distinción pragmática es tomada como punto de partida para postular que palabras como *alga*, *ácido* o *bacteria* adquieren un valor terminológico al utilizarse en un contexto especializado. Es decir que la condición pragmática básica para poder postular la existencia de un significado especializado es que el contexto de uso sea especializado. En el capítulo 3 se explicó que el contexto natural de empleo de los términos son los textos de

especialidad, que fueron definidos como productos verbales de registros comunicativos, realizados principalmente por especialistas, que se refieren a temáticas propias de un área de conocimiento y presentan subclases en función del grado de especialización (cfr. 3.3.).

En esta sección se analiza el modo en que factores de orden pragmático –básicamente, situacionales y funcionales– influyen en la configuración semántica de las unidades dentro de los textos especializados en ecología.

La Teoría Comunicativa de la Terminología contempla ciertos parámetros que causan variación terminológica: "Los términos participan de la variación que existe en el lenguaje como hecho comunicativo. Dicha variación puede, por ejemplo, estar determinada por parámetros topolectales (espacio), cronolectales (tiempo) y sociolectales (registros y diferentes perspectivas grupales)" (Morel & Rodríguez 2001: 40-1). Al respecto, los mismos criterios con que el corpus fue seleccionado descartan el tipo de variación planteado en Morel & Rodríguez, ya que se trata de textos producidos recientemente, en español, que circulan en el ámbito académico formal (cfr. 2.2.). Asimismo, y en concordancia con el enfoque de múltiples niveles adoptado para analizar los textos, los parámetros pragmáticos que se toman en cuenta coinciden con los trabajados en cada uno de los módulos textuales, que ya fueron caracterizados en el capítulo 3 (cfr. 3.2.).

Los resultados surgidos del análisis de cómo los aspectos pragmáticos impactan en la semántica del léxico de especialidad se asemejan a los relativos a la variación conceptual, obtenidos por Ciapuscio, sobre todo, en lo que hace a cómo intervienen en el nivel de la forma los factores textuales de orden superior, como la función, el tema y la situación (cfr. Ciapuscio 2003: 68). Lo que diferencia ambos trabajos, además del modelo adoptado para analizar el significado léxico[51], es que Ciapuscio se centra en los cambios que se producen cuando los mismos términos empleados en la comunicación entre expertos se usan en la divulgación periodística. Por otra parte, la orientación principal de su investigación es del término hacia el texto: "el examen interno de los esquemas conceptuales –los vínculos entre las categorías y subcategorías– parece ser una herramienta productiva para el análisis de la densidad conceptual, puesto que permite realizar afirmaciones fundadas sobre el grado de compresión y entrañe en la información conceptual que incluyen los textos y, así, simultáneamente, proveer argumentos empíricos en cuanto al grado de especialización de los

[51] Ciapuscio (2002 y 2003) estudia el nivel del léxico mediante el modelo de la lexicología vertical de Wichter (cfr. Ciapuscio 2003: 36-42).

textos" (Ciapuscio 2003: 68). En el corpus de esta tesis, en cambio, incluso los textos menos especializados han sido producidos por expertos, destinados a la formación de semi-especialistas. Por otro lado, y puesto que el objetivo de esta investigación es explicar la semántica del léxico especializado, la orientación ha sido de los textos a los términos.

Uno de los principios sobre la variación en terminología es postulado por Cabré del siguiente modo. "Todo proceso de comunicación comporta inherentemente variación, explicitada en las formas alternativas de denominación del mismo concepto (sinonimia) o en la apertura significativa de una misma forma (polisemia). Este principio es universal para las unidades terminológicas, si bien admite diferentes grados según las condiciones de cada tipo de situación comunicativa. El grado máximo de variación lo cumplirían los términos de las áreas más banalizadas del saber y los que se utilizan en el discurso de registro comunicativo de divulgación de la ciencia y de la técnica; el grado mínimo de variación es el propio de la terminología normalizada por comisiones de expertos; el grado intermedio lo representa la terminología usada en la comunicación natural entre especialistas" (Cabré 1999: 85). Retomando los términos de esta autora, el tipo de variación del que se da cuenta es del significado (polisemia) y no denominativa (sinonimia)[52] y el grado de variación que es esperable encontrar en los términos analizados es intermedio.

Asimismo, el valor conceptual de las unidades léxicas puede verse modificado por una variación horizontal o a una variación vertical, según se tenga en cuenta el dominio especializado en el que los textos fueron producidos o el grado de especialización que manifiestan (Cabré 1999: 168-9).

En el primer caso, la "horizontalidad" se establece entre textos de una misma clase textual, pero producidos en dominios diferentes. El ámbito determina el significado especializado del léxico empleado en los textos (como puede ser *masa* en física vs. *masa* en sociología) y también influye en las máximas retórico-estilísticas que caracterizan a cada clase textual en cada disciplina (piénsese, por ejemplo, en las diferencias formales entre los artículos de investigación científica de las ciencias experimentales y los de las humanidades).

En el segundo caso, el de la "verticalidad", se dan modificaciones, dentro de un mismo dominio, que responden a la finalidad comunicativa (esto es, al nivel funcional en el modelo textual de múltiples dimensiones), vinculadas, a su vez, con el rol social de los interlocutores

[52] La variación denominativa (cfr. Freixa 2003) que, de hecho, se ha encontrado en el corpus se produce básicamente entre ítems formalmente opacos y sus equivalentes lingüísticos (véase 2.4. en esta tesis y Kuguel 2001a).

y con su relación (nivel situacional). Todos estos parámetros suelen redundar en la elección del género discursivo: así, mientras el artículo de investigación se emplea para comunicar conocimiento especializado entre pares, el manual es el género comúnmente seleccionado para transmitir tal conocimiento a aprendices.

El tipo de variación que cabe esperar en el corpus examinado es el de la verticalidad, puesto que los textos seleccionados fueron producidos en un mismo dominio y difieren en el grado de especialización (cfr. 3.2.). En lo que sigue se analizará, precisamente, qué tipo de rasgos se generan según el nivel de especialización textual y cómo estos rasgos se presentan de manera diferente en la superficie textual según la mayor o menor especialización del texto. En este sentido, la variación vertical se estudiará teniendo en cuenta dos ejes: el de la presuposición versus la explicitación (5.2.1.) y el de la especificación versus la subespecificación (5.2.2.). Para clasificar los parámetros se ha recurrido al modelo textualista desarrollado en el capítulo 3, y para describir el impacto en el nivel conceptual se sigue el modelo del Léxico Generativo, ya expuesto en el capítulo 4.

5.2.1. Presuposición vs. explicitación

Los roles adoptados por destinador y destinatario de los textos, así como la finalidad que guía la comunicación entre ellos no solo condicionan la posibilidad de generación del significado especializado de los ítems analizados sino que determinan, además, la cantidad de información presupuesta. A continuación se analiza la relación que se establece entre el grado de especialización de los textos y los significados especializados identificados como los centrales del dominio –'locativo natural' e 'indicador'– que se trabajaron en el capítulo 4 y el apartado 5.1. de este capítulo.

En el caso del locativo *agua*, por ejemplo, en los cuatro primeros textos –producidos por especialistas en limnología y destinados a pares– el valor terminológico de esta unidad como 'locativo' se da por supuesto. Esto es así porque en ellos la función informativa se centra en el tipo y la cantidad de sustancias contenidas en el ella, que es lo nuevo para el destinatario y lo necesario para lograr la meta directivo-demostrativa del texto. Lo mismo ocurre en el texto 5, manual universitario –destinado a aprendices avanzados–, cuya función predominante es informar acerca del modo de reconocer y medir tales sustancias. Es interesante notar que el único texto en el que el carácter de contenedor del agua se presenta como información nueva es el texto 6, que ha sido caracterizado como el menos especializado del corpus y que presenta el mayor grado de asimetría entre los interlocutores: productor especialista en limnología y

destinatario docente de biología de escuela media. Sólo en este texto se explicita el carácter de 'locativo natural' del agua:

(140) El agua químicamente pura no existe en la naturaleza. Dada su movilidad y su alto poder disolvente, el agua lleva en solución o suspensión muchas sustancias. Los elementos que pueden encontrarse en las aguas naturales están resumidos en la siguiente clasificación...

Algo similar se observa al analizar la información relativa al carácter de 'indicador' de ciertas unidades léxicas. En el caso del nombre *oxígeno*, mientras que en el texto 1 suele darse por supuesto (ver 141), en el texto 6, en cambio, se explicita claramente (ver 142).

(141) Se notó un mayor deterioro de la calidad del agua río abajo, manifestando gradientes o un cambio brusco después de la desembocadura del arroyo Morón, altamente contaminado. Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad aumentaron aguas abajo, mientras que oxígeno disuelto y pH disminuyeron. (Texto 1)

(142) Observar la contaminación puede ser accesible (no siempre), pero medirla es otra cosa. Para ello se han estandarizado ensayos. La determinación de oxígeno disuelto consiste en una determinación química simple (titulación), aunque en la actualidad suelen usarse medidores electrónicos de concentración de oxígeno. Por regla general se considera que una concentración inferior a los 5 miligramos por litro provoca la muerte de casi todos los peces y de gran parte de la biota. (Texto 6)

Lo mismo ocurre con *bacteria*: el significado de 'indicador', explicitado en (143) mediante un contexto definitorio, es presupuesto en los ejemplos (144) y (145), extraídos de los textos más especializados, en los que este significado se considera información ya conocida y compartida por los interlocutores.

(143) Un organismo indicador clásico es la bacteria *Escherichia coli*. La presencia de esta especie en un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana, ya que sólo se reproduce en el tracto digestivo del hombre. (Texto 6)

(144) En ningún caso se encontró la presencia de bacterias coliformes fecales y *Escherichia coli*, por lo que se puede deducir que en las muestras analizadas no hay contaminación de tipo fecal. (Texto 4)

(145) El incremento de las bacterias de origen fecal pone en duda la eficiencia del proceso de tratamiento de los efluentes cloacales. (Texto 2)

El mismo tipo de contraste se produce con *Cianofitas* en (146) y (147), y con *metales* en (148), (149) y (150).

(146) En general, a lo largo de este río, las *Cyanophyceae* se encuentran asociadas, durante todo el año con *Bacillariophyceae* y *Chlorophyceae*, lo que señala una condición de moderada contaminación salvo en períodos estivales. (Texto 1)

(147) *Euglena spp.* y Cianofitas indican la presencia de importantes cantidades de materia orgánica. (Texto 6)

(148) Las concentraciones de metales disueltos encontradas en el agua del río superaron ampliamente los límites para la protección de la vida acuática. (Texto 1)

(149) Teniendo en cuenta los metales que se tomaron como indicadores de contaminación, con excepción del As, se puede observar que sus concentraciones están por debajo de los límites establecidos por la OMS (1993) y el CAA (1994), y que todos ellos están dentro de los rangos de valores normales en aguas naturales. (Texto 3)

(150) En líneas generales se pueden distinguir varios grupos de contaminantes. Determinados elementos, principalmente metales, son esencialmente conservativos; se transfieren de unos a otros compartimentos, pero no se destruyen. Sus efectos dependen de su concentración y muy principalmente de la especie química en cuya forma se encuentran. Puesto que esta forma molecular cambia, frecuentemente por la acción de los mismos organismos, su toxicidad depende del funcionamiento del ecosistema. (...) Son más peligrosos los metales que forman fácilmente compuestos orgánicos, y el ejemplo más divulgado es el del mercurio, que forma compuestos metilados por la actividad orgánica en los sedimentos. Bajo otras configuraciones moleculares resulta mucho menos peligroso para los sistemas orgánicos.(Texto 5)

En (146), el significado 'indicador' es coercionado por la predicación introducida por el verbo *señalar* y el adjetivo *moderada*, y en (147), por *indicar* e *importante*. En (148) y (149), en cambio, el carácter indicador de *metales* se genera por el quale télico impuesto por predicaciones evaluativas: *superar ampliamente*, en el primer caso, y la expresión *estar por debajo*, en el segundo caso. Por último, obsérvese que tanto en el manual universitario (ejemplo 150) como en uno de los artículos de investigación (ejemplo 149) se explicita el significado de 'indicador' de los metales. En el manual –cuya perspectiva sobre el tema es didáctica– este valor terminológico de la unidad se presenta como información nueva, constituyendo el núcleo temático de un segmento expositivo-explicativo; en el texto 1, en cambio, si bien se explicita, la información no se topicaliza, ya que al tratarse de un texto más especializado, se supone compartida por destinador y destinatario.

En conclusión, los dos significados especializados analizados en este trabajo aparecen presupuestos en los textos 1, 2, 3 y 4 del corpus, puesto que son los textos producidos por especialistas en limnología y destinados a pares, en los que la función informativa se centra en el tipo y la cantidad de sustancias indicadoras, que es lo nuevo para el destinatario y lo necesario para lograr la meta directivo-demostrativa predominante. Los mismos parámetros textuales –situación, función y perspectiva temática– dan cuenta del fenómeno inverso; esto es, la explicitación del significado terminológico de las unidades léxicas en los textos 5 y 6, caracterizados como menos especializados, en los que se adopta una perspectiva didáctica sobre el tema y en los que existe una relación asimétrica entre los interlocutores.

5.2.2. Especificación vs. subespecificación

El segundo aspecto por el que la configuración semántica del léxico se encuentra condicionada pragmáticamente está vinculado con el modo en que los nombres genéricos especifican su significado en contexto.

Entre los nombres que denotan clases naturales, un grupo –al que se denomina "genéricos"– se caracteriza por presentar un alto grado de subespecificación semántica (ver cuadro 5.1.). La noción de generalidad se distingue de la vaguedad o la laxitud. Una palabra como *joven* es vaga en la medida en que los criterios que gobiernan su uso no son fáciles de precisar: ¿a qué edad se deja de ser joven o se comienza a serlo? La palabra *círculo*, en cambio, es fácilmente definible pero suele usarse de manera laxa: en *Los chicos se sentaron formando un círculo*, por ejemplo, nadie imagina que se trate de un círculo exacto. Finalmente, la palabra *vegetal* es tan claramente delimitable como la palabra *árbol* e igualmente estricta en su aplicación, lo único que las distingue es que *vegetal* es más general, es decir, es genérica semánticamente, en el sentido que denota una clase más inclusiva y que su significado es menos básico, es decir, que se encuentra más lejano de la experiencia concreta cotidiana (Cruse 2000: 51-2).

nombres genéricos	**Texto 1**	**Texto 2**	**Texto 3**	**Texto 4**	**Texto 5**	**Texto 6**
compuesto		1			21	10
concentración	10	21	27		72	14
elemento			14	1	25	9
especie	8	3			21	16
género	4	2			2	1
grupo	14	1	1		10	6
individuo	12				6	1
materia	2	3	1		41	22

material			5		30	6
organismo	3				66	34
partícula					5	14
población	3	2	1		9	8
sistema	2	4	1		44	6
sustancia	1	1			7	36

Cuadro 5.1.: Nombres genéricos del corpus con frecuencia por texto.

En todos los textos del corpus nombres de este tipo tienden a aparecer especificados. Ya sea mediante el mecanismo de ligamiento selectivo o el de coerción de tipo se focaliza un sentido particular del nombre genérico especificándose alguno de los qualia; esto se hace mediante la combinación con complementos adjetivales y preposicionales o mediante recursos textuales como la anáfora o la catáfora.

Así en (151-156), por ejemplo, los complementos de los nombres genéricos *compuesto, sistema, material* y *sustancia* ligan el quale agentivo especificando si las entidades denotadas son 'entidades naturales', como en (151) y (152), o 'artefactos' creados por el hombre, como en (153-156).

(151) **compuestos** *naturales* (Texto 6)

(152) **sistema** *natural* (Texto 6)

(153) **material** *manufacturado* (Texto 5)

(154) **sustancia** *de origen antrópico* (Texto 1)

(155) **sustancia** *sintética* (Texto 6)

(156) **compuestos** *sintéticos* (Texto 6)

En (157-166) se ilustran otras concordancias textuales en las que los complementos ligan el quale formal de *elemento, materia, material, organismo, sustancia, especie* y *género.*

(157) **materia** *orgánica* (Textos 1, 2, 3 y 6) / *biodegradable* (Texto 1) / *fecal* (Texto 6)

(158) **material** *loéssico* (Texto 3) / *coagulado* (Texto 5) / *calizo* (Texto 5) / *sólido* (Texto 5) / *inerte* (Texto 5)

(159) **organismos** *superiores* (Texto 5) / *vegetales* (Texto 5) / *saprófitos* (Texto 6)

(160) **sustancias** *orgánicas* (Texto 6) / *no biodegradables* (Texto 6) / *nitrogenadas* (Texto 6) / *fosforadas* (Texto 6)

(161) El As es un **elemento** altamente nocivo para la salud. (Texto 3)

(162) Las muestras que contienen cromo corresponden a industrias que utilizan dicho **elemento** en su proceso. (Texto 4)

(163) Elementos como el cloro, el sodio, etc., tienden a hallarse en concentraciones más bajas cuando el flujo es mayor, de manera que la cantidad total transportada de dichas **sustancias** varía menos que el flujo del río. (Texto 5)

(164) El cobre se une a las membranas abandonadas por las células, que pueden tener efectos defensivos en **organismos** tales como las clorofíceas. (Texto 5)

(165) **especies** de *clorofitas* (Texto 1) / de *rotíferos* (Texto 1) / de *Fragilaria* (Texto 5) / de *fitoplancton* (Texto 5) / de *fitoplancton* (Texto 1)

(166) las enterobacterias de los **géneros** *Salmonella* y *Shiguella* (Texto 6)

En todos estos ejemplos, la especificación semántica dada por el contexto permite establecer una relación tipológica entre la entidad designada por el nombre genérico y otra jerárquicamente inferior en la taxonomía. Así, *orgánica, biodegradable* y *fecal* en (157) estipulan el tipo de materia; *loéssico, coagulado, calizo, sólido* e *inerte* en (158), el tipo de material; *superiores, vegetales* y *saprófitos*, el tipo de organismos, y *orgánicas, no biodegradable, nitrogenadas* y *fosforadas* en (160), el tipo de sustancias. En (161), (162) y (163) el alcance de los genéricos *elemento* y *sustancia* se restringe por anáfora y en (164) *organismos* es especificado mediante catáfora. En todos los casos, los complementos ligan el quale formal, acotando su alcance genérico sin modificar su carácter natural.

Mientras que unidades léxicas como *materia* o *sustancia* son nombres que, fuera de contexto, se caracterizan porque su quale formal se encuentra subespecificado (semánticamente, ambos nombres constituyen nodos superordinados muy superiores de taxonomías jerárquicas), en *concentración* o *individuo* el rol que requiere especificación es el constitutivo puesto que una concentración es siempre una concentración de elementos y un individuo es parte de un grupo, pero en ninguno de los dos casos esto queda especificado en el contenido semántico de estos nombres. En (167-177) se presentan algunos contextos en los que estos nombres tienen ligado el quale constitutivo mediante complementos adjetivales y preposicionales.

(167) **clases** *algales* (Texto 1) / de *fitoplancton* (Texto 1)

(168) **compuestos** de *metales* (Textos 2 y 5) / de *sodio* y otros *elementos alcalinos* (Texto 6)

(169) **comunidades** *polisaprobias* (Texto 5)

(170) **concentración** de *metales* (Textos 1 y 2) / de *oxígeno* (Textos 1, 5 y 6) / de *fósforo* (Texto 5) / de *materia orgánica* (Texto 5) / de *sustancia tóxica* (Texto 6)

(171) **grupos** de *zooplancton* (Texto 1) / del *género Pseudomonas* (Texto 2) / de *vertidos domésticos* (Texto 6)

(172) los *metales* del **grupo** del hierro (Texto 5)

(173) Las muestras de *zooplancton* se obtuvieron filtrando 100 L de agua, (...). Se calculó la densidad de organismos en **individuos** por litro (ind/L). (Texto 1)

(174) El efecto del *hombre* sobre el ambiente no se puede evaluar, por consiguiente, sólo a base del número de **individuos** o densidad de población. (Texto 5)

(175) **partículas** *detríticas* (Texto 5)

(176) **población** de *cianoficeas* y *dinoflageladas* (Texto 5) / *vegetal* (Texto 6)

(177) **sistemas** *orgánicos* (Texto 5) / *binarios* (Texto 5) / de los *saprobios* (Texto 5) / *nervioso* (Texto 6)

En (167), por ejemplo, tanto el adjetivo *algales* como el complemento preposicional *de fitoplancton* especifican las partes que componen las clases en cada caso. En (173), queda claro que los individuos mencionados son parte del zooplancton. Por otro lado, en (176), el complemento preposicional *de cianoficeas y dinoflagladas* y el adjetivo *vegetal* ligan el quale constitutivo de *población* especificando los elementos que la componen en cada caso.

Finalmente, existe una serie de nombres genéricos en los que el contexto especifica el quale télico. En ellos, la predicación introducida impone un agente, con lo cual se produce una coerción que solo afecta el rango conceptual del nombre, puesto que éste sigue denotando una entidad, pero de tipo funcional. Tanto *tóxico* como *resistente* o *patógeno* constituyen predicaciones evaluativas en las que un individuo humano considera que algo es tóxico, resistente o patógeno. De este modo la entidad denotada por el nombre es funcionalizada y reinterpretada como un instrumento en virtud de su quale télico (véase 178-186).

(178) **material** *eutrofizante* (Texto 5) / *radiactivo* (Texto 5)

(179) **organismos** *cultivables* (Texto 2) / *resistentes* (Textos 2 y 5) / *indicadores* (Textos 5 y 6) / *patógenos* (Texto 5) / *utilizados para ensayos* (Texto 5) / *degradadores* (Texto 6)

(180) **sustancias** *tóxicas* (Textos 2 y 4)) / *de acción de superficie* (Texto 5) / *incrustantes* (Texto 5) / *corrosivas* (Texto 5) / *oxidantes* (Texto 5)

(181) Las moléculas orgánicas de síntesis (...) que el hombre utiliza para oponerse al desarrollo de **organismos** que considera *indeseables* (...) (Texto 3)

(182) **comunidad** *indicadora* (Texto 6)

(183) **especies** *resistentes* (Texto 5) / *cultivables* (Texto 5)

(184) esta[*Escherichia coli*] **especie** en un cuerpo de agua *indica* contaminación con materia fecal (Texto 6)

(185) Las cepas se *caracterizaron* bioquímicamente *mediante* el **sistema** API20E (BioMerieux). (Texto 2)

(186) **sistema** *regulador* (Texto 5) / de *recuperación* (Texto 5) / de *enfriamiento* (Texto 6)

En (179), por ejemplo, tanto *cultivable* como *patógeno* imponen un quale télico a *organismo* en la medida en que introducen un agente que cultiva, en un caso, y uno para quien la entidad es patógena, en el otro caso. De modo similar, en (186), *regulador*, *de recuperación* y *de enfriamiento* especifican la función del nombre *sistema* al que complementan.

Así pues, tanto en los textos más especializados como en los menos especializados los nombres genéricos suelen aparecer especificados por medio de construcciones adjetivas o preposicionales, conformando, además, sintagmas terminológicos (*materia orgánica*, *sustancias tóxicas*, *clases algales*, etc.). De hecho, los nombres genéricos son candidatos privilegiados para constituirse en núcleos de términos de este tipo en tanto su combinación con un complemento adjetivo o preposicional que lo especifique permite armar paradigmas clasificatorios preservando el carácter analítico de estas formas (cfr. Adelstein *et al.* 2000).

Ahora bien, el análisis del comportamiento de este tipo de nombres en función del grado de especialización de los textos en los que ocurren ha puesto de manifiesto una diferencia en los textos 5 y 6, donde se dan casos en los que estas formas permanecen subespecificadas aun en contexto. Ejemplos:

(187) Sobre un plano horizontal, la ausencia de transporte o el transporte simétrico conduciría a la situación ideal en la que pequeños segmentos de la biosfera se pueden estudiar como unidades (biocenosis), dentro de cada una de las cuales el ciclo de la **materia** es prácticamente cerrado. (Texto 5)

(188) Todas las aguas contienen en solución cierta fracción de hidrocarburos, procedentes de la actividad y descomposición de los **organismos**. (Texto 5)

(189) Un compuesto es biodegradable cuando puede ser asimilado y metabolizado por seres vivos. Por este proceso una **sustancia** es degradada a sustancias más sencillas, con la consiguiente ganancia de energía para el organismo. (Texto 6)

En (187) se hace referencia a la materia en general, cualquiera sea su tipo, en (188) *organismos* queda subespecificado para poder referir a todos los organismos, y en (189), el

proceso descripto se aplica a cualquier tipo de sustancia. El uso de estas unidades léxicas semánticamente subespecificadas se debe a que en los textos menos especializados, destinados a hablantes menos especializados, la perspectiva didáctica determina la presencia de zonas en las que los nombres genéricos operan como organizadores de un conocimiento que se va construyendo en el texto mismo. De hecho, en los ejemplos se advierte que las unidades no especificadas se encuentran todas ellas en secuencias expositivo-explicativas en las que se da una definición o se postulan reglas generales del dominio. Esto no sucede en los textos más especializados, porque el destinador no necesita definir conceptos cuyo conocimiento supone compartido por parte del destinatario, y porque cuando se emplean secuencias de este tipo es para precisar conceptos muy específicos, que se deben explicar por ser novedosos o por presentar alguna peculiaridad respecto del modo en que el término en cuestión es normalmente entendido en la disciplina.

5.2.3. La relación entre tipo de significado y tipo de texto

El análisis de los datos pone en evidencia cómo la combinación de ciertos parámetros de los niveles superiores de los textos impactan en la configuración semántica del léxico. La relación entre los interlocutores del nivel situacional, la función predominante del módulo relativo a la meta comunicativa del texto y el dominio y la perspectiva sobre el tema del nivel del contenido semántico han resultado ser los parámetros más relevantes en lo que concierne al condicionamiento pragmático del significado especializado. En cuanto al tipo de influencia que estos aspectos tienen en el plano semántico, en los textos más especializados el alto grado de presuposición así como el mínimo grado de subespecificación dan lugar a un fenómeno que podría describirse como "encapsulamiento". El valor terminológico ('contenedor', o 'indicador' en los textos de limnología) se encuentra "encapsulado" en la unidad léxica, dando lugar a un alto grado de complejidad conceptual; esta complejidad es parte de la entrada léxica del especialista y, por lo tanto, constituye conocimiento presupuesto cuando la comunicación se da entre pares.

A diferencia de lo que ocurre en la divulgación periodística, en los textos en los que el destinatario es un semiespecialista, no se produce una disminución de la carga conceptual (cfr. Ciapuscio 2003: 52), sino una reorganización en la presentación de esta carga en el contexto. Al focalizar en "lo novedoso", la noticia periodística selecciona los aspectos del significado especializado que se transmitirán al lego. Por el contrario, en el manual universitario el aprendiz, en tanto futuro especialista, debe incorporar el concepto científico en toda su

complejidad; por ello, el productor textual apela a más recursos para explicitarlo, sin obviar ninguno de los sentidos que lo componen. Esto explica por qué en los textos de este tipo los significados 'locativo' e 'indicdor' se explicitan. Por su parte, el hecho de que en los textos menos especializados los nombres genéricos permanezcan subespecificados aun en contexto se explica por el carácter operativo que éstos asumen en las secuencias explicativas, en los que se emplean para designar conceptos más inclusivos que contribuyen a la exposición de las categorías propias del ámbito.

Se puede concluir, entonces, que los condicionamientos pragmáticos de activación del valor terminológico del léxico se desprenden del empleo de la unidad en textos en los que los destinatarios pueden adoptar el rol de especialistas o semi-especialistas, producidos en un dominio dado, dentro de un área temática particular. La jerarquización de las funciones textuales y la perspectiva sobre el tema explican, a su vez, el grado de explicitación del significado especializado o de especificación de nombres genéricos. Así pues, cuanto menor es el nivel de especialización del texto, mayor es el grado de explicitación y mayor la frecuencia de aparición de nombres genéricos subespecificados.

CONCLUSIONES

En la primera sección de este capítulo (5.1.) se ha retomado el esquema conceptual común a los seis textos del corpus con el fin de mostrar que el modo de organización de los conceptos en los textos de especialidad responde al modo particular en que el referente es categorizado en una determinada área de conocimiento. En el caso de la ecología, y más en particular, de la limnología, entidades naturales contenidas en el agua son afectadas por procesos naturales, y ambos devienen objeto de análisis de un agente humano que los emplea para asociar la cualidad 'contaminación' al agua.

El resultado de este análisis permite afirmar que, si bien los centros conceptuales de control textual pueden variar en función del grado de especialización (cfr. figura 5.1.), todos los textos especializados que actualicen los mismos parámetros en el módulo del contenido se estructurarán a partir del mismo esquema conceptual.

Esto es así porque las peculiaridades relativas a la manera de categorizar el referente que determinan la estructura conceptual de los textos especializados constituyen los factores cognitivos que determinan la estructura conceptual de las palabras empleadas en esos textos para comunicar el conocimiento propio de la especialidad. De este modo, el entramado de relaciones entre conceptos que caracteriza a la limnología es reproducido no solo en la multiplicidad de aspectos de significado que se generan en contexto sino también en la complejidad con la que éstos se organizan en la entrada léxica.

Mientras que en la primera parte del capítulo se recurre a los esquemas conceptuales de los textos del corpus, elaborados a partir del nivel del contenido semántico, en la segunda sección (5.2.) se retoman aspectos relativos a los otros módulos textuales con el fin de estipular los condicionamientos pragmáticos que guían la activación del significado especializado. Por un lado, se observa cómo el contexto de uso determina la explicitación de los rasgos semánticos que constituyen el valor terminológico en el subdominio estudiado ('locativo natural' e 'indicador'), que son diferentes de los que suelen generarse en el léxico común. Por otro lado, mediante el análisis de los nombres genéricos, se pone de manifiesto cómo diversos parámetros que hacen al nivel de especialidad de los textos influyen en la mayor o menor especificación contextual del significado léxico.

una serie de patrones frecuentes para cada relación conceptual en general. Así, por ejemplo, en francés, la relación conceptual de hiperonimia-hiponimia se manifiesta más comúnmente mediante las expresiones *est un / sont de* y *type de*; la relación de meronimia, mediante *contient* y *fait parti de*, y el patrón más frecuente para la relación conceptual de función se compone de lo que las autoras llaman "verbos fuertes" (no copulativos y no estativos).

Otra de las propuestas que considera el relevamiento de patrones a partir de textos es la de Anne Condamines. En Condamines (1995) y Condamines & Rebyrolle (1997), se parte de la hipótesis de que un sistema terminológico es un sistema léxico que funciona de modo "desviado" con respecto al léxico de la lengua y que esta "desviación" (*deviance*) se manifiesta por una frecuencia inusual de formas compuestas, una tendencia a la neología y un comportamiento sintáctico y semántico particular. Así, en el artículo de 1997 se analizan –mediante un programa de análisis de datos textuales– las apariciones del término *satélite* en un corpus de textos producidos por un centro de investigaciones espaciales en Francia, tras lo cual se relevan seis patrones sintáctico-semánticos correspondientes a seis acepciones diferentes:

1. V (proyectar en el espacio) + det + satélite → satélite como cuerpo artificial
   V (hacer) + deverbal (proyectar en el espacio) + satélite
2. V (situación en el espacio) + det + satélite → satélite como móvil
   V (hacer) + deverbal (situación en el espacio) + satélite
3. V (localizar) + N + sobre + det + satélite → satélite como plataforma
   V (hacer) + deverbal (localizar) + sobre + satélite
4. V (hacer) + deverbal + N + a bordo de + det + satélite → satélite como vehículo
5. V (transmitir) + N + a + satélite → satélite como huésped
   V (hacer) + deverbal (transmitir)+ N + a + satélite
6. V (movimiento) + por/vía + satélite → satélite como interface

Siempre en esta línea, en Condamines (2002) se postula la noción de 'patrón de relaciones conceptuales', que es definida como "una estructura discursiva que se emplea como una indicación de la posible transición del discurso a un modelo y que permite la construcción más o menos directa de un modelo en forma de relación semántica dependiente de sus relaciones con el contexto" (Condamines 2002: 145). Los resultados de aplicar este análisis a un corpus de textos de ciencias naturales le permiten a Condamines postular tres tipos de relaciones conceptuales según la dependencia entre los patrones y la naturaleza del corpus. De este modo, distingue patrones de relaciones conceptuales que se identifican solo en un corpus específico; patrones que dependen de características externas del corpus, como el género

discursivo, y patrones que pueden aparecer en todos los corpora, independientemente de su género –lo cual es bastante poco frecuente (Condamines 2002: 159-60).

Finalmente, Pamela Faber postula que cada categoría conceptual conlleva lo que ella denomina un "esquema prototípico de relaciones conceptuales". En Faber, López Rodríguez y Tercedor Sánchez (2001) se extrae información conceptual de un corpus de textos especializados en oncología, en el marco del Modelo Lexemático Funcional (Faber *et al.* 2001: 183). A partir del análisis de las concordancias estas investigadoras concluyen, por ejemplo, que la categoría conceptual '*body part*' establece las relaciones conceptuales '*is_a*', '*has_location*', '*has_function*' y '*relevance_of*', de modo tal que cualquier término categorizado como una parte del cuerpo se caracterizará semánticamente según tales relaciones conceptuales. Asimismo, los datos analizados muestran que en los textos de medicina un verbo como *responder* sólo aparece con el significado '*mejorar como resultado de un tratamiento*', y proyecta dos argumentos, cada uno de los cuales tiene un rol semántico característico y pertenece a una categoría conceptual específica (Faber *et al.* 2001: 193).

6.2. PATRONES DE ACTIVACIÓN DE LOS SIGNIFICADOS ESPECIALIZADOS 'CONTENEDOR' Y 'CONTENIDO'

Tal como quedó planteado anteriormente, los resultados de esta tesis hacen posible postular los patrones de activación o generación del significado especializado en el dominio de la limnología. Estos patrones[53], que surgen del análisis de la configuración semántica del léxico en contexto, según el modelo del Léxico Generativo (Pustejovsky 1995a, 1998, 2001), han sido elaborados a modo de esquemas sintáctico-semánticos, construidos a partir del estudio de las concordancias extraídas del corpus de textos de especialidad.

A partir del modo en que se configuran semánticamente los nombres que denotan clases naturales, surgen dos de los significados especializados, complementarios entre sí, que se activan en ciertos nombres de esta clase, en el corpus de limnología: 'entidad contenedora' y 'entidad contenida' (cfr. 4.2.1.1. y 4.2.1.2.). El análisis de los contextos que dan lugar a la generación de estos valores terminológicos permite postular los siguientes patrones de activación.

[53] Para diseñar los patrones nos hemos basado, parcialmente, en las propuestas de Meyer, de Condamines y de Faber, expuestas más arriba.

a) Contextos verbales

- Contextos verbales en los que un verbo de estado denota contención o posesión.

'entidad contenedora' [CON]TIENE 'entidad contenida'

las aguas intersticiales ***presentan*** *concentraciones de metales*

- Contextos verbales en los que un verbo de logro impone una interpretación del nombre contenedor como meta.

'entidad contenida' VA A 'entidad contenedora'

el número de compuestos orgánicos usados intencionadamente como biocidas o no, que ***alcanzan*** *las aguas epicontinentales*

- Contextos verbales en los que hay un verbo de actividad con una estructura argumental triádica que supone la intervención de un agente que causa que una entidad contenedora contenga una entidad contenida.

z DA 'entidad contenida' A 'entidad contenedora'

una usina de plásticos cercana había ***eliminado*** *ese metal pesado* ***al*** *agua*

b) Contextos adjetivales

- Contextos adjetivales en que los adjetivos predicativos *pobre* o *rico* establecen una estructura diádica en la que uno de los argumentos es el contenedor y el otro el contenido.

'entidad contenedora' POBRE/RICA EN 'entidad contenida'

aguas muy ***ricas en*** *materia orgánica*

c) Contextos adverbiales

- Contextos adverbiales en los que los adverbios *arriba* o *abajo* imponen la interpretación de un nombre como contenedor de un determinado contenido.

'entidad contenida' ESTAR/IR 'entidad contenedora' ABAJO/ARRIBA

sus larvas son arrastradas aguas ***abajo***

d) Contextos preposicionales

- Contextos preposicionales en los que un complemento con valor de adjunto locativo refiere a la entidad contenedora mediante una frase encabezada por *en*.

'entidad contenida' EN 'entidad contenedora'

*El Fe es el metal pesado más abundante **en** estas aguas.*

- Contextos preposicionales en los que un complemento con valor de adjunto locativo refiere a la entidad contenedora mediante una frase encabezada por *de*.

'entidad contenida' [DENTRO]DE 'entidad contenedora'

*los materiales sólidos **del** agua*

*elementos que reaccionan **dentro del** agua*

- Contextos preposicionales en los que un complemento con valor de adjunto locativo refiere a la entidad contenedora mediante una frase encabezada por *con*.

'entidad contenedora' CON 'entidad contenida'

*agua **con** materia orgánica*

6.3. PATRONES DE ACTIVACIÓN DEL SIGNIFICADO ESPECIALIZADO 'INDICADOR'

El análisis del modo en que las unidades terminológicas se configuran semánticamente en los textos de limnología ha permitido establecer los significados especializados 'entidades indicadoras', 'eventos indicadores' y 'cualidades indicadoras', que se activan tanto en nombres como en verbos y adjetivos (cfr. 4.2.1.3., 4.2.2.2. y 4.2.3.). A continuación se presentan los patrones de generación de este valor terminológico.

a) Contextos verbales

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora, un evento indicador o una cualidad indicadora cuando se proyecta como el argumento paciente de un verbo agentivo de actividad del tipo 'analizar'.

z ANALIZA 'entidad indicadora' / 'evento indicador' / 'cualidad indicadora'

*Casi todos los metales **analizados**, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los límites establecidos por la Organización*

Mundial de la Salud

las floraciones ***registradas*** *de algunas especies de cianofitas*

se determinaron *por duplicado: conductividad, alcalinidad total y dureza total*

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora, un evento indicador o una cualidad indicadora cuando se proyecta como el argumento paciente de un verbo inacusativo evaluativo que denota un evento de cambio de estado.

'entidad indicadora' / 'evento indicador' / 'cualidad indicadora' VERBO EVALUATIVO

se ***incrementa*** *el cadmio en las células cultivadas*

Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad ***aumentaron*** *aguas abajo, mientras que oxígeno disuelto y pH* ***disminuyeron.***

Las concentraciones de los metales pesados generalmente ***excedieron*** *los niveles de protección para la vida acuática.*

b) Contextos adjetivales

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora, un evento indicador o una cualidad indicadora cuando es modificado por un adjetivo calificativo ligado con la cuantificación.

'entidad indicadora' / 'evento indicador' / 'cualidad indicadora' ADJETIVO EVALUATIVO

El Fe es el metal pesado más ***abundante*** *en estas aguas.*

los datos obtenidos en este trabajo revelan concentraciones ***elevadas*** *de As en acuíferos profundos*

para evitar un consumo ***excesivo*** *de oxígeno en un estrato de poco espesor*

c) Contextos adverbiales

- Un adjetivo denota una cualidad indicadora cuando es modificado por un adverbio ligado con la cuantificación.

'cualidad indicadora' ADVERBIO EVALUATIVO

el agua era ***ligeramente*** *alcalina*

d) Contextos nominales

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora o una cualidad indicadora cuando se proyecta como el argumento paciente de un nombre eventivo que denota una actividad del tipo 'analizar'.

ANÁLISIS DE 'entidad indicadora' / 'cualidad indicadora'

*la **determinación** de metales se realizó con dos objetivos*

*en el **estudio** cualitativo del fitoplancton se identificaron 92 géneros*

*Respecto a las **determinaciones** físico-químicas se realizaron las siguientes: pH (Método Electrométrico)* [...] *Alcalinidad Total (Titulación ácido-base), Cloruro (Titulación argentométrica)* [...]

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora o un evento indicador cuando se proyecta como el argumento paciente de un nombre eventivo que denota un cambio de estado relacionado con la cuantificación.

'entidad indicadora' / 'evento indicador' NOMBRE EVALUATIVO

*cierto **aumento** de la concentración de oxígeno*

*la **declinación** del oxígeno*

CONCLUSIONES

Este capítulo representa la sistematización y expansión de los resultados obtenidos en los capítulos precedentes, al presentar los contextos en los que el significado especializado se activa dando lugar a patrones de activación semántica. De este modo, se corrobora que el análisis de la estructura semántica del léxico en textos de especialidad permite explicar cómo se configura el significado especializado a partir del uso de los términos en situaciones reales de comunicación.

En cuanto a la posibilidad de extrapolación de los patrones extraídos en esta tesis, a partir de un corpus de textos especializados en ecología, es de esperar que algunos patrones puedan encontrarse también en otros dominios de especialidad. En el caso de los significados complementarios 'contenedor' y 'contenido' es previsible hallarlos no solo en corpora científicos, sino también en textos producidos en una situación de comunicación no especializada. De hecho, los patrones de activación planteados aquí no difieren mucho de los postulados por Marshman *et al.* y Faber (cfr. '*contient*' y '*has_location*' en 6.1. *supra*), puesto que indican una de las relaciones conceptuales básicas entre entidades: la meronimia, que refiere a las relaciones parte-todo.

Por su parte, el significado especializado 'indicador' puede vincularse también con una relación conceptual básica, la de función. Sin embargo, este significado especializado presenta rasgos peculiares en la medida en que los contextos que lo activan difieren de los que se presentan en el léxico común, generalmente relacionados con frases preposicionales encabezadas por *para* o *con*. En efecto, los patrones de activación del significado 'indicador' relevados del corpus de limnología muestran que este valor terminológico surge de una interpretación intencional introducida tanto por formas que denotan indagación por parte de un agente humano como por unidades que suponen la evaluación de un agente humano. La variedad de contextos sintácticos en los que se reconocen esas interpretaciones (véanse, por ejemplo, c) y d) en 6.3. *supra*) sugiere que la indagación de los patrones de activación del significado especializado puede aportar elementos novedosos a los estudios lingüísticos sobre la interfaz entre léxico y sintaxis (cfr. Pustejovsky 1998b, 2001).

Finalmente, es importante destacar que estos patrones, que muestran el modo en que el contexto delimita el significado de ciertas unidades léxicas de clase natural, introduciendo un aspecto funcional sin alterar su tipo conceptual, reflejan el núcleo semántico del dominio. Así, los sentidos terminológicos que permiten interpretar el agua como un elemento contenedor y

el oxígeno una sustancia contenida en el agua, que indica contaminación, nacen de y se explican por la tarea del especialista en ecología, que consiste en observar y describir la naturaleza con el fin de intervenir para preservarla. Por tal motivo, es previsible que el significado especializado 'indicador' se active en textos producidos en el dominio de las ciencias naturales en general, dado que en estas ciencias el hombre interactúa con la naturaleza para encontrar sus características esenciales y, en muchos casos, para actuar sobre ella. Desde el momento en que entidades, eventos y cualidades naturales se "funcionalizan" devienen, pues, instrumentos para el especialista.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES FINALES

En términos generales, los resultados alcanzados en esta tesis incluyen el relevamiento y la caracterización de los significados especializados propios de la limnología: 'entidad contenedora', 'entidad contenida' y 'entidad indicadora', 'evento indicador' y 'cualidad indicadora', así como una explicación de la configuración conceptual del dominio, a partir del análisis semántico de las unidades, sobre la base de un corpus textual caracterizado lingüísticamente, en el marco de la Teoría Comunicativa de la Terminología.

Con el fin de evaluar los alcances precisos de estos resultados, se expone, seguidamente, una recapitulación que incluye las conclusiones alcanzadas en cada uno de los capítulos de la tesis, para presentar luego los aportes que la investigación supone en los campos de la terminología y en la lingüística.

En el primer capítulo se ha explicitado el marco teórico de esta tesis, basado en los principios de la Teoría Comunicativa de la Terminología, e integrado por: *i)* un modelo textualista de múltiples niveles, que da cuenta tanto de los aspectos situacionales y funcionales como de los aspectos formales de los textos especializados; *ii)* un modelo de red conceptual, que hace posible explicar las peculiaridades de los términos en tanto unidades de representación del conocimiento especializado, y *iii)* un modelo semántico, el Léxico Generativo, que permite describir y explicar la configuración del significado de las unidades léxicas especializadas a partir de los sentidos generados por las combinatorias sintácticas en sus contextos de aparición.

En el segundo capítulo se expuso la metodología de la investigación, organizada en tres etapas: la constitución de un corpus de textos especializados en ecología, la extracción de las unidades léxicas terminológicas y la recontextualización de estas unidades según tipo de texto. Para las dos primeras fases se contó con el asesoramiento de especialistas en el área de la ecología y se empleó el programa TACT para el procesamiento informático de los textos. Este programa se utilizó también para establecer concordancias textuales para cada unidad

léxica señalada como terminológica por los especialistas, de modo de analizar su configuración semántica en contexto.

En el tercer capítulo se presentaron, primero, los principios teórico-metodológicos del modelo textualista y la noción de redes conceptuales que se adoptó para el tratamiento textual y luego, una tipología con vistas a analizar los seis textos que componen el corpus, caracterizarlos y establecer semejanzas y diferencias entre ellos.

Mediante la aplicación de esta tipología se fundamentó el carácter especializado de los textos del corpus. Así, a nivel situacional, el texto de especialidad se ha caracterizado como el producto de una interacción comunicativa especializada, marcada institucionalmente, en la que el rol social adoptado por el destinador es el de experto y en que el destinatario puede ser más o menos especialista. En el nivel funcional, este tipo de texto organiza la selección y la distribución de actos ilocutivos en relación con las funciones comunicativas de *informar* y de *dirigir*, y tanto la jerarquía funcional como la estructuración y realización del contenido dependen de la clase textual. Las máximas de formulación de cada clase rigen, a su vez, los aspectos estilísticos de estos géneros, que se manifiestan en el nivel formal. En cuanto al contenido semántico, el tema y el despliegue temático de los textos especializados se encuentran fuertemente determinados por su orientación hacia un referente que es abordado como objeto de estudio en un dominio específico de un área del conocimiento.

La aplicación de la tipología de múltiples niveles puso en evidencia, además, que los seis textos especializados que constituyen el corpus presentan diferencias en cuanto a su grado de especialización, y que estas diferencias se manifiestan a la vez que se reconocen en el modo en que se realizan los parámetros de los distintos niveles. Así, los más especializados son los textos 1, 2, 3 y 4, en los que la comunicación se da entre especialistas, prevalece la función de dirigir a partir de la argumentación y se evidencian las características formales del artículo de investigación. El texto 5, producido con una perspectiva didáctica por especialistas para futuros especialistas en limnología, en los que la función directiva –subsidiaria de la informativa– se realiza como *recomendar*, es de especialización media-alta. Y, finalmente, el texto 6, que coincide con el 5 en que puede caracterizarse como un manual, fue tipologizado como de especialización media, debido a la asimetría que presenta entre el destinador especialista y el destinatario semi-especialista, así como a la frecuente presencia de secuencias en las que la función de *dirigir* se plantea como *dar instrucciones*. De este modo, se ha concluido que los textos del corpus tienen un alto grado de especialización: cuatro de ellos

son muy especializados, uno muestra un grado medio-alto de especialización y el último es un texto de especialización media.

Las redes conceptuales, construidas para cada texto, han permitido dar cuenta de la cercanía cognitiva que existe entre ellos. En efecto, objetos, acciones, situaciones y acontecimientos hacen referencia a los mismos conceptos en los seis textos. Por un lado, se refieren a agentes humanos que se relacionan con entidades naturales localizadas en el agua, mediante acciones vinculadas con la observación y el análisis, y, por otro lado, a objetos o acontecimientos, que, mediante los procesos de transformación de esas entidades naturales, remiten siempre a la misma cualidad: la contaminación. La proximidad conceptual entre los textos, constatada en la posibilidad de construir una red conceptual común para todos, puso en evidencia, además, que los cuatro textos más especializados, cuya perspectiva temática es científico-aplicada, presentan un mismo centro de control textual, distinto del que manifiestan los dos textos menos especializados, destinados a aprendices. Esto es así porque, desde el punto de vista conceptual, los cuatro artículos de investigación se organizan sobre la base de acciones: se analizan los cursos de agua y se determina la contaminación que presentan; lo que se quiere demostrar –la información nueva– es el tipo y el grado de contaminación del agua. Los dos manuales, en cambio, están conceptualmente organizados a partir de la contaminación entendida como una propiedad del agua que se explica por una serie de transformaciones que las sustancias en ella contenidas pueden sufrir y que el limnólogo debe analizar. En suma, mientras que los textos que transmiten resultados de investigaciones empíricas tienen su centro de control textual en la acción de realizar las pruebas que llevan a los resultados, el centro de control de los textos cuya perspectiva es didáctica está constituido por el concepto de 'contaminación', que es el que se pretende explicar.

En el cuarto capítulo se presentó el modelo del Léxico Generativo, adoptado para el tratamiento semántico del léxico, que tiene en cuenta cuatro niveles de representación del significado léxico –la estructura argumental, la estructura eventiva, la estructura de qualia y la estructura de herencia– y tres mecanismos de generación del significado en contexto –la co-composición, el ligamiento selectivo y la coerción de tipo. Con estos elementos se han analizado los términos extraídos del corpus y se han establecido sus significados especializados.

Así, entre las unidades que denotan entidades naturales ha sido posible reconocer tres significados que se activan en el contexto de la limnología: 'contenedor', 'contenido' e 'indicador de contaminación'. En cuanto a las unidades que denotan eventos, por su parte, se

concluyó que prevalecen aquellas que refieren a cambios de estado –ya sea de creación, de destrucción o de transformación– y que entre ellas las que denotan eventos naturales son reinterpretadas como eventos instrumentales a partir de la coerción de tipo impuesta por predicaciones del tipo 'analizar' o predicaciones evaluativas. Este mismo fenómeno de "funcionalización" que se da en las entidades y procesos naturales se verifica en las cualidades naturales, cuyo sentido especializado 'indicador' se genera también mediante el mecanismo de coerción de tipo.

A partir de los resultados del análisis semántico, al final del capítulo 4 se organizaron las unidades terminológicas del corpus (en función de los valores terminológicos que adquieren en el contexto de la limnología) en *i)* entidades naturales: entidades contenedoras, entidades contenidas y entidades indicadoras, *ii)* eventos naturales: eventos de cambio de estado y eventos indicadores, *iii)* eventos funcionales, *iv)* cualidades naturales: cualidades indicadoras, y *v)* cualidades funcionales.

En la primera sección del capítulo quinto se retomó el esquema conceptual común a los seis textos del corpus, con el fin de mostrar que el modo de organización de los conceptos en los textos de especialidad responde al modo particular en que el referente es categorizado en una determinada área de conocimiento. En el caso de la ecología, y, más en particular, de la limnología, entidades naturales contenidas en el agua son afectadas por procesos naturales, y ambos devienen objetos de análisis de un agente humano que los emplea para asociar la cualidad 'contaminación' al agua. A nivel del léxico, el entramado de relaciones entre conceptos que caracteriza a la limnología es reproducido no solo en la multiplicidad de aspectos del significado que se generan en contexto sino también en la complejidad con la que éstos se organizan en la entrada léxica. Esto se debe a que las peculiaridades relativas a la manera de categorizar el referente que determinan la estructura conceptual de los textos especializados son las mismas que constituyen los factores cognitivos que determinan la estructura conceptual de las palabras empleadas en esos textos para comunicar el conocimiento propio de la especialidad,. Por ello mismo, si bien los centros conceptuales de control textual pueden variar en función del grado de especialización, todos los textos se estructuran a partir del mismo esquema conceptual.

En la segunda sección del capítulo quinto se estipularon los condicionamientos pragmáticos que guían la activación del significado especializado. Por un lado, se observó cómo el contexto de uso determina cierto tipo de rasgos del significado que constituyen el valor terminológico en el subdominio estudiado, que son diferentes de los que suelen generarse en el léxico común y

que presentan diversos grados de explicitación en el corpus. Por otro lado, mediante el análisis de los nombres genéricos, se puso de manifiesto cómo diversos parámetros que determinan el nivel de especialidad de los textos influyen en la mayor o menor especificación contextual del significado léxico.

Finalmente, el último capítulo se dedicó a la presentación de los patrones de activación de los significados especializados del dominio, que surgen como implicación de los resultados obtenidos en los capítulos 3, 4 y 5, y que pueden considerarse generalizaciones explicativas de este trabajo: los diversos patrones presentados sistematizan los contextos en los que se generan los significados 'contenedor', 'contenido' e 'indicador' en los textos especializados en ecología.

* * *

La recapitulación de los resultados permite identificar diversos aportes realizados por la tesis tanto en el dominio aplicado como en el teórico.

Desde el punto de vista aplicado, esta tesis representa un aporte a los trabajos lingüísticos basados en corpora en español. Por un lado, la caracterización del corpus de textos de ecología contribuye al conocimiento más profundo y completo de la naturaleza de los textos de especialidad. Por otro lado, la aplicación de la tipología se comprueba como un instrumento confiable para el trabajo de selección y evaluación de textos para la conformación de corpora de investigación, destinados tanto a estudios de orden discursivo-textual como léxico-semántico.

De este modo, esperamos haber mostrado la utilidad del carácter ejemplar que hemos elegido para el estudio propuesto, a partir del análisis intensivo de un corpus reducido de un dominio bien acotado. Por una parte, cabe recordar que ni el análisis del nivel micro de los textos ni el asesoramiento de especialistas hubieran sido igualmente efectivos de trabajar con un corpus mayor. Por otra parte, el sexto capítulo ha ilustrado la posibilidad de extrapolar la validez de estos resultados, bajo la forma de patrones de activación de significados especializados, a dominios distintos de la ecología.

Desde el punto de vista teórico, la tesis realiza diversas contribuciones a la Teoría Comunicativa de la Terminología y, simultáneamente, a los dos modelos lingüísticos adoptados para el análisis de las unidades léxicas y los textos de especialidad. En cuanto a la

Teoría Comunicativa de la Terminología, consideramos que esta tesis constituye un aporte significativo a la construcción de una perspectiva lingüística de una teoría de la terminología, a partir de la integración de dos modelos: uno textualista, para el análisis de la comunicación especializada, y el otro generativo, para el análisis semántico de las unidades terminológicas. En particular, los resultados alcanzados representan un aporte original a la terminología al permitir la articulación de una perspectiva descriptiva y explicativamente adecuada para el análisis del léxico especializado en su contexto natural de empleo. En lo que se refiere al tratamiento de ese contexto, la perspectiva textualista de múltiples niveles ha demostrado ser apropiada, ya que la consideración de las distintas dimensiones textuales hizo posible determinar el carácter especializado de los textos, partiendo exclusivamente del análisis lingüístico y teniendo en cuenta el mutuo condicionamiento entre los diferentes niveles. Por su parte, tomando en consideración los aspectos metodológicos de la investigación, las conclusiones a las que se ha llegado al trabajar sobre un corpus textual, con un modelo que da cuenta de los significados léxicos que se construyen en contexto, ponen en evidencia la importancia de considerar la terminología *in vivo*, tal como propugna Cabré (1999, 2003).

En cuanto al modelo textualista, cabe destacar que la propuesta realizada en esta tesis de integrar la noción de 'redes conceptuales' al nivel del contenido de los textos constituye un elemento enriquecedor para la tipología de múltiples dimensiones, en tanto da lugar a un tratamiento más detallado de la dimensión cognoscitiva, esencial para estudiar la organización conceptual del texto, puesto que condiciona la configuración semántica del léxico empleado en él. Además, el desplazamiento del centro de control textual que se pudo constatar al confrontar las distintas redes conceptuales aporta evidencia de interés respecto de dos cuestiones fundamentales: en primer lugar, este desplazamiento podría considerarse una propiedad genérica en el ámbito del discurso especializado, es decir, un rasgo propio de la clase textual que opone, en este caso, el artículo de investigación al manual; en segundo lugar, puede considerarse un indicio confiable del grado de especialización de los textos (más o menos especializado).

En cuanto al Léxico Generativo, los resultados de la aplicación de una representación semántica rica constituyen un aporte interesante al modelo en la medida en que demuestran su adecuación para el tratamiento semántico del léxico especializado en toda su complejidad conceptual. Asimismo, el análisis realizado en esta tesis aporta evidencias respecto del modo en que el significado especializado se activa en contexto, esto es, respecto del tipo y la cantidad de facetas semánticas de la unidad léxica que se priorizan en función de los

diferentes grados de experticia de los textos en los que ocurre. Finalmente, consideramos que la propuesta de construcción de patrones de activación semántica, que implican una sistematización de los contextos generadores del significado especializado, supone una contribución original al modelo del Léxico Generativo.

En suma, en lo que concierne a los aportes teórico-metodológicos, los resultados de la investigación pueden considerarse como una propuesta integradora para el análisis semántico del léxico, sobre la base de un trabajo empírico con un corpus textual, en el marco de un tratamiento lingüístico de la terminología. En tal sentido, la tesis contribuye a la descripción del léxico de especialidad, en particular, y, de manera global, a la explicación y descripción de fenómenos gramaticales de la lengua española, ya que extrae conclusiones generalizadoras acerca de la configuración semántica del léxico en el contexto de textos científicos en español.

* * *

En cuanto a sus perspectivas futuras, esta investigación deja planteadas varias líneas de seguimiento posibles. Una de ellas se vincula, precisamente, con la posibilidad de ampliar el corpus de textos de ecología con el fin de poner a prueba los resultados obtenidos aquí. Este tipo de profundización sería aún más productiva si, además de incorporar más textos de la misma clase, se incluyeran otros del mismo dominio pero de distinto género. Por otro lado, si se adjuntaran textos de otros dominios o, incluso, de otras disciplinas, el corpus así conformado serviría de base para corroborar las hipótesis respecto del condicionamiento cognitivo de la configuración semántica del léxico de especialidad.

Otra continuación interesante sería vincular este acercamiento de índole eminentemente cualitativa con un tratamiento de los textos de especialidad basado en métodos cuantitativos (cfr. Domènech 2006). Una vinculación de este tipo permitiría conformar una aproximación integradora, logrando así una cobertura más completa de la información especializada que se puede extraer de corpora textuales y dando lugar a la posibilidad de automatizar el relevamiento de los patrones de activación.

Asimismo, la transposición del análisis de la estructura conceptual propuesto en esta tesis en unidades del léxico común daría lugar a una contrastación de los resultados alcanzados que arrojaría luz sobre la distinción entre significados especializados y no especializados, desde el punto de vista semántico.

Finalmente, dada la naturaleza misma de la disciplina terminológica, así como el enfoque adoptado en este trabajo, es de esperar que las conclusiones a las que se ha arribado sirvan de base para aplicaciones lingüísticas relativas a la extracción de información léxico-semántica de textos, el diseño y la elaboración de productos lingüísticos útiles tanto a la traducción como a la redacción científico-técnicas, la compilación lexicográfica, la construcción de bases de datos terminológicos, la marcación automatizada de corpora textuales y, por último, la constitución de insumos útiles para aplicaciones educativas vinculadas con la comunicación de conocimiento especializado.

Bibliografía

Adam, J. M. (1991) *Les textes: types et prototypes.* Paris: Nathan.

Adelstein, A. (2004) *Unidad léxica y valor especializado.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Serie Tesis, 5, edición en CD-Rom. Tesis de maestría.

Adelstein, A. & Cabré, M.T. (2002) "The Specificity of Units with Specialized Meaning: Polysemy as Explanatory Factor", en *D.E.L.T.A.*, Vol. 18, 1-25.

Adelstein, A., Kornfeld, L., Kuguel, I. & Resnik, G. (2000) "Los sintagmas terminológicos en los textos de especialidad", en *Comunicación y formación. Volumen 3*, San Miguel: Universidad Nacional de General Sarmiento, 31-48.

Adelstein, A., Kornfeld, L., Kuguel, I. & Resnik, G. (2002) "El sintagma terminológico: propiedades formales y semánticas", en *Terceras Jornadas de Traducción y Terminología del NOA*. Tucumán: CETRATER, 91-111.

Adelstein, A. & Kuguel, I. (1999) "La reducción de los sintagmas terminológicos", en *Actas del I Seminario Terminología y Mercosur "Recursos léxicos para la terminología", 1 y 2 de diciembre, 1997*, Universidad Nacional de General Sarmiento – Reunión Especializada de Ciencia y Tecnología, RECYT – Mercosur, 42-56.

Adelstein, A. & Kuguel, I. (2004) *Los textos académicos en el nivel universitario.* Universidad Nacional de General Sarmiento, Colección "Textos Básicos".

Angenot, M. (1982) *La parole pamphlétaire.* Paris: Payot.

Anick, P. & Pustejovsky, J. (1990) "An application of Lexical Semantics to Knowledge Acquisition form Corpora", en *Proceedings of the 13th International Conference of Computational Linguistics*, Helsinski, Finland, 7-12.

Antia, B. E. (2000) *Terminology and Language Processing.* Amsterdam: John Benjamin.

Arntz, R. & Picht, H. (1989) *Introducción a la terminología.* Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez Pirámide DL.

Arntz, R. *et al.* (1993) *Terminology (Applications in interdisciplinary communication).* Amsterdam: Benjamins Translation Library.

Asher, N. & Pustejovsky, J. (2000) "The Metaphysics of Words in Context", en *www.cs.brandeis.edu /~jamesp/*

Auger, P. (1994) "Implantabilité et acceptabilité terminologiques: les aspects linguistiques d'une socioterminologie de la langue du travail", en *Terminologies nouvelles*, N° 12, 47-57.

Bajtín, M. (1979) "Los géneros discursivos", en *Estética de la creación verbal*. México: Siglo XXI, 294-322.

Beaugrande, R. (1980) "Chapter III: Conceptual Connectivity", en *Text, Discourse, and Process*. London: Longman, 60-102.

Beaugrande, R. & Dressler, W. (1997) *Introducción a la lingüística del texto*. Barcelona: Ariel.

Béjoint, H. & Thoiron, P. (dirs.) (2000) *Le sens en terminologie*. Lyon: Presses Universitaires de Lyon.

Bevilacqua, C. (2002) "A fraseologia especializada: elemento fundamental no processo tradutório", en *Cadernos do IL*, 23, 24, 25. Porto Alegre: Instituto de Letras/UFRGS, 9-16.

Bosque, I. (dir.) (2004) *REDES. Diccionario combinatorio del español contemporáneo.* Madrid: Ediciones SM.

Bosque, I. & Picallo, C. (1996) "Postnominal adjectives in Spanish DPs", en *Journal of Linguistics*, 32, 349-385.

Bouaud, J., Bachimont, B., Charlet, J. & Zweigenbaum, P. (1995) "Methodological Principles for Structuring an 'Ontology'", ponencia presentada en el *IJCAI'95 Workshop on "Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing"*, August 19, Montreal, Canada, 2-7.

Boulanger, P. (1995) "Présentation: images et parcours de la socioterminologie", en *Meta*, XL, 2, 194-205.

Bourigault, D. & Condamines, A. (1995) "Réflexions sur le concept de base de connaissances terminologiques", en *Journée du PRC IA*. Nancy: Teknea, 425-445.

Bourigault, D. & Slodzian, M. (1999) "Pour une terminologie textuelle", en *Terminologies nouvelles*, N° 19, 29-32.

Budin, G. (1996) "Terminology Science as Applied Philosophy of Science", en *Terminologi-system og kontekst,* Nordisk minisymposium 1996, 59-71.

Buitelaar, P. (1998) *CoreLex: Systematic Polysemy and Underspecification.* Ph.D. Dissertation, Brandeis University.

Busa, F. (1996) *Compositionality and the Semantics of Nominals.* Ph.D. Dissertation, Brandeis University.

Busa, F., Calzolari, N., Lenci, A. & Pustejovsky, J. (2001) "Building a Semantic Lexicon: Structuring and Generating Concepts", en Bunt, H., Mudkrnd, T. & Thijsee, E. (eds.) *Computing Meaning,* Vol. II, Dordrecht: Kluwer, 29-51.

Cabré, M.T. (1993) *La terminología. Teoría, metodología, aplicaciones.* Barcelona: Editorial Antártida.

Cabré, M.T. (1996a) "Terminology today", en *Terminology, LSP and Translation. Studies in language engineering in honour of Juan C. Sager.* Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.

Cabré, M.T. (dir.) (1996b) *La terminologia. Selecció de textos d'E. Wüster.* Barcelona: Universitat de Barcelona. Servei de llengua catalana.

Cabré, M.T. (1997a) "La normalización de la terminología en el proceso de normalización de una lengua: algunas precisiones", conferencia dictada en el *Congreso "Políticas lingüísticas para América Latina"*, Instituto de Lingüística, Universidad de Buenos Aires, 27-29 de noviembre.

Cabré, M.T. (1997b) "Éléments pour une théorie de la terminologie" en *TIA'97. II Rencontres Terminologie et intelligence artificielle.* Université Toulouse-le-Mirail, 3-4 abril 1997.

Cabré, M.T. (1999) *La terminología. Representación y comunicación.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra.

Cabré, M.T. (2000) "Sur la représentation mentale des concepts: bases pour une tentative de modélisation", en Béjoint, H. & Thoiron P. (eds.) *Le sens en terminologie.* Lyon: PUL, 20-39.

Cabré, M.T. (2001a) "Sumario de principios que configuran la nueva propuesta teórica", en Cabré, M. T. & Feliú, J. (eds.) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica*, Barcelona: Institut Universitari de Lingüística aplicada, Universitat Pompeu Fabra.

Cabré, M.T. (2001b) "Conocimiento especializado y traducción: el análisis textual y la terminología como factores de activación de la competencia cognitiva", ponencia presentada en el *Encontro Internacional de Tradutores*, Bello Horizonte, 23 al 27 de julio de 2001.

Cabré, M.T. (2003) "Theories of terminology", en *Terminology*, volume 9, number 2, 163-199.

Cabré, M.T. (2004) "Recursos lingüísticos en la enseñanza de lenguas de especialidad", conferencia dictada en la *V Jornada-Coloquio de la Asociación Española de Terminología* (AETER), "Comunicar y enseñar a comunicar el conocimiento especializado", Colegio de San José de los Caracciolos (Facultad de Filosofía y Letras), Universidad de Alcalá, 15 de octubre de 2004.

Cabré, M. T. & Estopà, R. (2000) "El conocimiento especializado y sus unidades de representación: diversidad cognitiva", ponencia presentada en el *II Congreso de la Asociación Española de Lingüística Cognitiva.* Madrid, 17-20 mayo 2000.

Cabré, M. T. & Adelstein, A. (2001) "¿Es la terminología lingüística aplicada?", en Muñoz, C. (coord.) *Trabajos en lingüística aplicada.* Barcelona: Univerbook, S.L., 387-393.

Cabré, M. T., Domenech, M., Morel, J. & Rodríguez, C. (2001) "El conocimiento especializado y las relaciones con el conocimiento general", en Cabré, M. T. & Feliú, J. (eds.) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística aplicada, Universitat Pompeu Fabra.

Cabré, M. T. & Feliu, J. (eds.) (2001) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica (DGES PB96-0293).* Barcelona, Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra.

Célestin, T., G. Godbout y P. Vachon-l'Hereux (1984) *Méthodologie de la recherche terminologique ponctuelle: essai de définition.* Québec: Gouvernement du Québec.

Ciapuscio, G. (1994) *Tipos textuales.* Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras y Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires. Enciclopedia Semiológica.

Ciapuscio, G. (1995-1999) "Variación conceptual y grado de especialidad de los textos", en *RAL* 11-15, 49-82.

Ciapuscio, G. (1998) "La terminología desde el punto de vista textual: selección, tratamiento y variación", en *Organon*, 12, 26, 43-65.

Ciapuscio, G. (1999) "Clases de textos y terminologías: la variación vertical de los términos en sus contextos de uso", en *Actas del Seminario Terminología y MERCOSUR: Recursos léxicos para la terminología.* Universidad Nacional de General Sarmiento.

Ciapuscio, G. (1995-1999) "Variación conceptual y grado de especialidad de los textos", *RAL*, 11-15, 49-82.

Ciapuscio, G. (2000) "Hacia una tipología del discurso especializado", en *Discurso y sociedad*, volumen 2, Nº 2, 39-71.

Ciapuscio, G. (2002) "El término en los textos. Una propuesta integradora para el análisis de la variación conceptual", en *Terminología, desarrollo e identidad nacional. VI Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC, 383-399.

Ciapuscio, G. (2003) *Textos especializados y terminología.* Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Sèrie Monografies 6.

Ciapuscio, G. & Kuguel, I. (2002) "Hacia una tipología del discurso especializado: aspectos teóricos y aplicados", en Fuentes Morán, M. T. & García Palacios, J. (eds.) *Texto, terminología y traducción.* Salamanca: Almar, 37-73.

Ciapuscio, G., Kuguel, I & Otañi, I. (2005) "El conocimiento especializado: el texto de especialidad y los criterios para su tipologización", en Cabré, M.T & Bach, C. (ed.) *Coneixement, llenguatge i discurs especialitzat.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 95-110. Sèrie Monografies 7.

Ciapuscio, G. & Otañi, I. (2002) "La noción de esquema y la descripción del significado", en *Terminología, desarrollo e identidad nacional. VI Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC, 369-381.

Condamines, A. (1994) "Terminologie et représentation des connaissances", en *La Banque des mots*, 6, 29-44.

Condamines, A. (1995) "Terminology: New needs, new perspectives" en *Terminology*, Vol. 2(2), 219-238.

Condamines, A. (1999) "Approche sémasiologique pour la consitutuion de Bases de Connaissances Terminologiques", en Delavigne, V. & Bouveret, M. (eds.) *Sémantique des termes spécialisés.* Rouen: Publications de l'Université de Rouen, 101-116.

Condamines, A. (2002) "Corpus analysis and conceptual relation patterns", en *Terminology*, volume 8, number 1, 141-162.

Condamines, A. & Rebeyrolle, J. (1997) "Point de vue en langue spécialisée", en *Meta*, XLII, 1, 174-184.

Coseriu, E. (1987) "Palabras, cosas y términos", en *In memoriam Inmaculada Corrales, I. Estudios lingüísticos*, 1, La Laguna, 175-185.

Cruse, D. A. (2000) *Meaning in Language*. Oxford: Oxford University Press.

Cuenca, M.J. & Hilferty, J. (2000) *Introducción a la lingüística cognitiva*. Barcelona: Ariel.

Demonte, V. (1999) "El adjetivo: clases y usos. La posición del adjetivo en el sintagma nominal", en Bosque, I. & Demonte, V. (eds.) *Gramática descriptiva de la lengua española*. Madrid: Espasa, 129-310.

Demonte, V. (2002) "Semántica composicional y gramática: los adjetivos en la interficie léxico-sintaxis", en *Revista Española de Lingüística, 29, 2*, 283-316.

De Vega, M. (1984) *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.

Díaz Rojo, J. A. (1997) "Revisión de la concepción tradicional de la terminología científica desde una perspectiva diacrónica", comunicación presentada al Coloquio *La història dels llenguatges iberorromànics d'especialitat"*, Barcelona: IULA, 15-17 de mayo, 1997.

Diki-Kidiri, M. (1999) "Terminologie pour le développement", en Cabré, M.T. & Lorente, M. (eds.) *Terminología y modelos culturales*. Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 67-74.

Diki-Kidiri, M. (1999) "La diversité dans l'observation de la réalité", en Cabré, M.T. & Lorente, M. (eds.) *Terminología y modelos culturales*. Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 61-66.

Di Tullio, A. (2005) *Manual de gramática del español*. Buenos Aires: La isla de la luna.

Domènech, M. (1998) *Unitats de coneixement i texts especializats: primera proposta d'anàlisi.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüistica Aplicada, Universitat Pompeu Fabra. [Trabajo de investigación no publicado]

Domènech, O. (2006) *Textos especialitzats i variació vertical: la diversitat terminològica com a factor discriminant del nivell d'especialització d'un text*. Barcelona: Institut Universitari de Lingüistica Aplicada, Universitat Pompeu Fabra. Tesis doctoral.

Dury, P. (1999) "Les variations sémantiques en terminologie: étude diachronique et comparative appliquée à l'écologie", en Delavigne, V. & Bouveret, M. (eds.)

Sémantique des termes spécialisés. Rouen: Publications de l'Université de Rouen, 17-32.

Estopà, R. (2003) *Extracció de terminologia: elements per a la construcció d'un SEACUSE (Sistema d'Extracció Automàtica de Candidats a Unitats de Significació Especialitzada).* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra. Serie Tesis, 2, edición en CD-Rom. Tesis de doctorado.

Faber, P., López Rodríguez, C.I. & Tercedor Sánchez, M.I. (2001) "Utilización de técnicas de corpus en la representación del conocimiento médico", en *Terminology*, volume 7, number 2, 167-198.

Faulstich, E. (1997) "A variação terminológica do Brasil. Algumas tendéncias", conferencia presentada en el Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona.

Felber, H. (1984) *Terminology Manual.* París: Unesco- Infoterm.

Feliu, J. (2004) *Relacions conceptuals i terminologia: anàlisi i proposta de detecció semiutomàtica.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Serie Tesis, 7, edición en CD-Rom. Tesis de doctorado.

Feliu, J., Vivaldi, J. & Cabré, M.T. (2002) *Ontologies: A Review.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Serie Informes 34.

Fodor, J. (1998) *Conceptos.* España: Gedisa.

Frawley, W. (1992) *Linguistic Semantics.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Freixa, J. (2003) *La variació terminológica: anàlisi de la variació denominativa en textos de diferent grau d'especialització de l'àrea de medi ambien.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Serie Tesis, 3, edición en CD-Rom. Tesis de doctorado.

Galinski, C. & Nedobity, W. (1989) "International Terminology Standarization", en *Infoterm* 1, 1-8.

Gallardo, S. (2000) "Clon y clonación: Variabilidad conceptual en ciencias biológicas", en *Terminology* 6:1, 59–78.

Gallardo, S. (2003) *Los textos de medicina en la prensa escrita. Un análisis lingüístico-textual de la recomendación.* Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Tesis de doctorado.

Gaudin, F. (1993) *Socioterminologie.* Publications de l'Université de Rouen N°182.

Gaudin, F. (ed.) (1995) *Usages sociaux des termes: théories et terrains. Meta,* Vol. 40, n.2.

Gaudin, F. (1996) "Terminologie: l'ombre du concept"en *Meta* XLI-4.

Gläser, R. (1993) "A Multi-level Model for a Typology of LSP Genres", en *Fachsprache. International Journnal of LSP, 15 (Heft 1-2)*, 18-26.

Guespin, L. & Laroussi F. (1989) "Glottopolitique et standardisation terminologique", en *La Banque de Mots* (número especial), 5-21.

Gnutzmann, C. & Oldenburg, H. (1991) "Contrastive Text Linguistics in LSP-Research: Theoretical Considerations and some Preliminary Findings", en Schröder, H. (ed.) *Subject-oriented Texts. Languages for Special Purposes and Text Theory.* Berlin-NY: Walter de Gruyter, 103-136.

Heinemann, W. (2000) "Textsorten. Zur Diskussion um Basisklassen des Kommunizierens. Rückschau und Ausblick", en K. Adamzik (Hrsg.) *Textsorten. Reflexionen und Analysen.* Tübingen: Stauffenburg.

Heinemann, M. & Heinemann, W. (2002). *Grundlagen der Textlinguistik.* Tübingen: Niemeyer.

Heinemann, W. & Viehweger, D. (1991) *Textlinguistik. Eine Einführung.* Tübingen: Niemeyer.

Hoffmann, L. (1982) "Característiques dels llenguatges d'especialitat", en Brumme, J. (ed.) (1998) *Llenguatges d'especialitat. Selecció de textos.* Barcelona: Institut Universitari de Linguistica Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 21-90.

Jackendoff, R. (1983) *Semantics and cognition.* Cambridge: The MIT Press.

Gaudin, F. (2002) *Foundations of Language.* New York: Oxford University Press.

Johnston, M., Boguraev, B. & Pustejovsky, J. (1995) "The Acquisition and Interpretation of Complex Nominals" en *Papers from the 1995 American Association for Artificial Intelligence.* California: AAAI Press, 69-74.

Kageura, K., Daille, B., Nakagawa, H. & Chien, L. (2004) "Recent trends in computational terminology", en *Terminology*, volume 10, number 1, 1-21.

Kintsch, W. (1996) "El rol del conocimiento en la comprensión del discursos: un modelo de construcción-integración", en *Textos en contexto 2*, Buenos Aires: Asociación Internacional de Lectura, 69-138.

Kocourek, R. (1992) "Les textes spécialisés et la terminologie en tant qu'objet de l'analyse linguistique", en *Terminologie et linguistique de spécialité: études de vocabulaires et textes spécialisés*, s/r.

Kovacci, O. (1999) "El adverbio", en Bosque, I. & Demonte, V. (eds.) *Gramática descriptiva d el alengua española.* Volumen 1, capítulo 11. Madrid: Espasa, 75-786.

Krieger, M.G. & Maciel, A. M. B. (orgs.) (2001) *Temas de Terminologia.* Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS/ Humanitas/USP.

Kuguel, I. (2000) "Variación terminológica y correferencialidad textual", en *Organon*, 12, 26, 91-108.

Kuguel, I. (2001) "El rol de los interlocutores de la comunicación especializada: su relación con los aspectos léxicos de los textos de especialidad", en *Problemas de investigación, ciencia y desarrollo. Segunda Jornada Anual de Investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento, 2000.* San Miguel: Universidad Nacional de General Sarmiento, 377-388.

Kuguel, I. (2002a) "La reducción léxica de sintagmas terminológicos en el contexto discursivo", en *Terminología, desenvolvimento e identidade nacional. VI Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC, 577-594.

Kuguel, I. (2002b) "Variación del significado léxico de nombres de clase natural", en *IX Congreso de la Sociedad Argentina de Lingüística*, Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, CD-Rom.

Kuguel, I. (2003a) "La reducción de sintagmas terminológicos en el contexto discursivo", en *Cadernos do IL*, N° 26/27. Porto Alegre: Instituto de Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 85-96.

Kuguel, I. (2003b) "La variación conceptual de la terminología en los textos de especialidad", en *Cuartas Jornadas de Traducción y Terminología del NOA.* Tucumán: CETRATER, 125-137.

Kuguel, I. (2003c) "La caracterización de los textos de especialidad y el trabajo terminológico", en *Terminologia e indústrias da língua. VII Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC, 579-592.

Kuguel, I. (2004a) "El significado de los nombres genéricos en el léxico especializado", en Faber, P., Jiménez, C. & Wotjak, G. (eds.) *Léxico especializado y comunicación interlingüística.* Granada: Serie Granada Lingvistica, 131-144.

Kuguel, I. (2004b) "Estructura semántica del léxico especializado" (2004), en *Rasal Lingüística, Revista de la Sociedad Argentina de Lingüística,* N°2. Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, 13-30.

Kuguel, I. (2005) "Caracterización semántica del léxico en textos de ecología: los nombres de clase natural", en Ciapuscio, G, Jungbluth, K. y Kaiser, D. (eds.) *Linguistik am Text. Beiträge aus Argentinien und Deutschland. / Lingüística en el texto. Contribuciones de Argentina y Alemania.* Revista *Neue Romania*, 32. Berlin: Institut für Romanische Philologie der Freien Universität Berlin, 247-262.

Kuguel, I. (en prensa) "La generación de significado en contexto", en *Revista de Lengua y Literatura 35/40*, Departamento de Letras, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Comahue.

Lakoff, G. & Johnson, M. (1980) *Metáforas de la vida cotidiana.* Madrid: Cátedra.

Lakoff, G. & Johnson, M. (1987) "La estructura metafórica del sistema conceptual humano", en Norman, D.A. *Perspectivas de la ciencia cognitiva.* Paidós.

Lara, L. F. (1998/1999) "'Concepts' and Term Hierarchy", en *Terminology*, volume 5, number 1, 59-76.

Lara, L. F. (1999) "Término y cultura: hacia una teoría del término", en Cabré, M.T. & Lorente, M. (eds.) *Terminología y modelos culturales.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 39-60.

Lascarides, A. (1995) "Representing Lexical Polysemy", en Representation and Acquisition of Lexical Knowledge: Polysemy, Ambiguity and Generativity. California: AAAI Press, 21-26.

Laurence, S. & Margolis, E. (1999) "Concepts and cognitive science", en Margolis, E. & Laurence, S. *Concepts: Core Readings.* Cambridge, MA: MIT Press, 1-83.

Lenci, A., Bel, N., Busa, F., Calzolari, N., Gola, E., Monachini, M., Ogonowski, A., Peters, I., Peters, W., Ruimy, N., Villegas, M.& Zampolli, A. (2000) "SIMPLE: A General Framework for the Development of Multilingual Lexicons", en *International Journal of Lexicography*, 13 (4), 249-263.

Leičik, V.M. (1993) "Peculiarities of term function in texts", en *Selected readings in Russian terminology research*, International Network of Terminology, Vienna: TermNet, 93-101.

L'Homme, M-C., Heid, U. & Sager, J.C. (2004) "Terminology during de past decade", en *Terminology*, volume 9, number 2, 151-161.

Lerat, P. (1995) *Las lenguas especializadas*. Barcelona: Ariel.

Loffler-Laurian, A. M. (1983). Typologie des discours scientifiques: deux approches. *Etudes de Linguistique Appliquée, 51.*

Lorente, M. (2000) "Verbos y discurso especializado", en *http: // elies.rediris.es/ elies16/ Lorente.html #N1*

Lorente, M. (2001) "Teoría e innovación en terminografía: la definición terminográfica", en Cabré, M. T. & Feliú, J. (eds.) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica*, Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 81-112.

Lorente, M. (2002) "Terminología y fraseología especializada: del léxico a la sintaxis", en Guerrero Ramos, G. & Pérez Lagos, M. *Panorama actual de la terminología*. Granada: Editorial Comares, 159-179.

Lorente, M., Bevilacqua, C. & Estopa, R. (2002) "El análisis de la fraseología especializada mediante elementos de la lingüística actual", en *Terminología, desenvolvimento e identidade nacional. VI Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC / Edições Colibri, 647-666.

Lundquist, L. (1989) "Coherence in Scientific Texts", en Heydrich, W., Neubauer, F., J. Petöfi & W. Sözer (eds.) *Connexity and Coherence*. Berlin: Walter de Gruyter.

Lundquist, L. (1991) "Some considerations on the relations between text linguistics and the study of texts for specific purposes", en Schröder, H. (ed.) *Subject-Oriented Texts. Research in Text.Theory*, vol. 16. Berlin/New York: de Gruyter.

Lundquist, L. & R. Jarvella (2000) "Knowledge, events and anaphors in texts for specific purposes", en Lundquist, L. & R. Jarvella (eds.) *Language, text and knowledge.* Berlin: Mouton de Gruyter.

Marshman, E., Morgan, T. & Meyer, I. (2002) "French patterns for expressing concept relations", en *Terminology*, volume 8, number 1, 1-29.

Meyer, I. (1992) "Knowledge Management for Terminology-Intensive Applications: Needs and Tools", en Pustejovsky, J. & Bergler, S. (eds.) *Lexical Semantics andKnowledge Representation. Proceedings of the First SIGLEX Workshop.* Berlin: Springer Verlag.

Meyer, I., Eck, K. & Skuce, D. (1997) "Systematic Concept Analysis within a Knowledge-Based Approach to Terminology", en Wright, S.E. & Budin, G. (comp.) *Handbook of Terminology Management.* Amsterdam: John Benjamins, 98-118.

Meyer, I. & Mackintosh, K. (1996) "The Corpus from a Terminographer's Viewpoint", en *International Journal of Corpus Linguistics, Vol. 1 (2)*, 257-285.

Meyer, I. & Mackintosh, K. (2000) "'L'étirement' du sens terminologique: aperçú du phénomène de la déterminologisation", en Béjoint, H. & Thoiron, P. (dirs.) (2000). *Le sens en terminologie.* Lyon: Presses Universitaires de Lyon, 198-217.

Otañi, I. (2005) "Procedimientos de reformulación del léxicos especializado en la clase de biología", en *Rasal Lingüística, Revista de la Sociedad Argentina de Lingüística,* N°1. Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, 69-84.

Otman, G. (1996) *Les representations sémantiques en terminologie.* Paris: Mason.

Otman, G. (1997) "Les bases de connaissances terminologiques: les banques de terminologie de seconde génération", en *Meta,* XLII, 2, 244-256.

Pearson, J. (1998) *Terms in context.* Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.

Pearson, J. (1999) "Comment accéder aux éléments définitoires dans les textes spécialisés?", en *Terminologies nouvelles*, N° 19, 21-28.

Picallo, C. (1999) "La estructura del sintagma nominal: las nominalizaciones y otros sustantivos con complementos argumentales", en Bosque, I. & Demonte, V. (eds.) *Gramática descriptiva de la lengua española.* Madrid: Espasa, 363-393.

Picht, H. & Draskau, J. (1985) *Terminology: an introduction.* Guildford: University of Surrey.

Pustejovsky, J. (1988) "The Geometry of Events", en Tenny, C. (ed.) *Studies in Generative Approaches to Aspect.* Cambridge: MIT.

Pustejovsky, J. (1991a) "The Generative Lexicon", en *Computational Linguistics*, Volume 17, Number 4, 409-441.

Pustejovsky, J. (1991b) "The syntax of event structure", en *Cognition,* Volume 41, Issues 1-3, 47-81.

Pustejovsky, J. (1995a) *The Generative Lexicon.* Cambridge: The MIT Press.

Pustejovsky, J. (1995b) "Linguistic constraints on type coercion", en Saint-Dizier, P. & Viegas, E. (eds.) *Computational Lexical Semantics.* USA: Cambridge University Press.

Pustejovsky, J. (1996) "The Semantics of Complex Types", en *www.cs.brandeis.edu/~jamesp.*

Pustejovsky, J. (1998a) "The Semantics of Lexical Underspecification", en *Folia Lingüística* XXXIII / 3-4. Wien: Mouton de Gruyter.

Pustejovsky, J. (1998b) "Generativity and Explanation in Semantics: A Reply to Fodor and Lepore", en *Linguistic Inquiry*, volume 29, Number 2, 289-311.

Pustejovsky, J. (2000a) "Events and the semantics of opposition", en Tenny, C. & Pustejovsky, J. (eds.) *Events as grammatical objects.* Stanford: CSLI Publications.

Pustejovsky, J. (2000b) "Lexical Shadowing and Argument Closure", en Ravin, Y. & Leacock, C. (eds.) *Polysemy (theoretical and computational approaches).* Oxford: Oxford University Press.

Pustejovsky, J. (2000c) "Syntagmatic processes", en *Handbook of lexicography.* Mouton de Gruyter.

Pustejovsky, J. (2001) "Type Construction and the Logic of Concepts", en Bouillon, P. & Busa, F. (eds.) *The Syntax of Word Meaning.* Cambridge: Cambridge University Press.

Pustejovsky, J., Bergler, S. & Anick, P. (1993) "Lexical Semantic Techniques for Corpus Analysis" en *Computational Linguistics*, Volume 19, Number 2, 331-358.

Pustejovsky, J. & Boguraev, B. (1994) "A Richer Characterization of Dictionary Entries: The Role of Knowledge Representation", en Atkings, B.T.S. & Zampolli, A. (eds.) *Computational Approaches to the Lexicon.* Oxford: OUP, 295-311.

Pustejovsky, J. & Boguraev, B. (1996) "Introduction: Lexical Semantics in Context", en Pustejovsky, J. & Branimir, B. (eds.) *Lexical Semantics: the problem of polisemy.* Oxford: Clarendon Press.

Pustejovsky, J., Boguraev, B., Verhagen, M. Buitelaar, P. & Johnston, M. (1997) "Semantic Indexing and Typed Hyperlinking", en *Proceedings of AAII Spring 1997 Workshop on Natural Language Processing for the World Wide Web*, Standford University, March 1997.

Pustejovsky, J. & Bouillon, P. (1996) "Aspectual coercion and logical polysemy", en Pustejovsky, J. & Boguraev, B. (eds.) *Lexical Semantics: the problem of polisemy.* Oxford: Clarendon Press.

Putnam, H. (1975) "The meaning of meaning" en *Mind, language and reality.* Cambridge: Cambridge University Press, 215-271.

Rey, A. (1979) *La terminologie: noms et notions.* Paris: Presses Universitaires de France.

Rey, A. (1995) *Essays on Terminology.* Amsterdam/Filadelfia: Benjamins Translation Library.

Rey, A. (1998) "Terminology between the experience of reality and the command of signs", en *Terminology*, volume 5, number 1, 121-134.

Riggs, F. W. (1981) "Informe Interconcept. Un nuevo paradigma para resolver los problemas de terminología en ciencias sociales". *Informes y documentos de ciencias sociales N°47*, París.

Rousseau, J.J. (1995) "Terminologie et aménagement linguistique", en *Jornada Panllatina de Terminologia*, Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 19-29.

Sager, J. C. (1990) *A Practical Course in Terminology Processing.* Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.

Sager, J. C. (1998/1999) "In search of a foundation: Towards a theory of the term", en *Terminology*, volume 5, number 1, 41-57.

Sager, J. C. (2000) "Pour une approche fonctionnelle de la terminologie", en Béjoint, H. & Thoiron, P. (dirs.) *Le sens en terminologie.* Lyon: Presses Universitaires de Lyon, 41-60.

Sager, J. C. & Kageura, K. (1994) "Concept classes and conceptual structures, their role and necessity in terminology", en *Terminology and LSP Linguistics, Studies in Specialised Vocabularies and Texts.* Actes de Langue Française et Linguistique (ALFA), 7-8, 191-216.

Saurí, R., Bofias, E. & Badia, T. (2001) "Sistemas de representación de la información léxica", en Cabré, M. T. & Feliú, J. (eds.) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica*, Barcelona: Institut Universitari de Lingüística aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 251-283.

Swales, J. (1990). *Genre Analysis. English in academic and research settings.* Cambridge: Cambridge Academic Press.

Schnitzer, J. & Fortanet, I. (1998) "Lengua para fines específicos y lenguaje de especialidad: algunas consideraciones conceptuales", en Vázquez Orta, I. & Guillén Galve, I. (eds.) *Perspectivas pragmáticas en lingüística aplicada.* Zaragoza: ANUBAR, 465-469.

Schröder, H. (Ed.) (1991) *Subject-oriented Texts: Languages for Special Purposes & Text Theory.* (Vol. 16). Berlin: Walter de Gruyter.

Silvestri, A. (1995) *Discurso instruccional.* Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras y Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires. Enciclopedia Semiológica.

Slodzian, M. (1995) "Comment revisiter la doctrine terminologique aujourd'hui?", en *La Banque des mots*, 7, 11-18.

Slodzian, M. (2000) "L'émergence d'une terminologie textuelle et le retour du sens", en Béjoint, H. & Thoiron, P. (dirs.) *Le sens en terminologie.* Lyon: Presses Universitaires de Lyon, 61-85.

Sowa, J. (1993) "Lexical structure and conceptual structures", en Pustejovsky, J. (ed.) *Semantics and Cognition.* Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 223-262.

Tebé, C. (2002) "Los conceptos revisitados: una perspectiva cognitiva", en Guerrero Ramos, G. & Pérez Lagos, M. *Panorama actual de la terminología.* Granada: Editorial Comares, 360-371.

Temmerman, R. (1998/1999) "Why traditional terminology theory impedes a realistic description of categories an terms in the life sciences", en *Terminology*, volume 5, number 1, 77-92.

Temmerman, R. (1997) "Questioning the univocity ideal. The difference between socio-cognitive Terminology and traditional Terminology", en *Hermes* 18, 51-90.

Temmerman, R. (2000a) *Towards new ways of terminology description: the socio-cognitive approach.* Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.

Temmerman, R. (2000b) "Une théorie réaliste de la terminologie: le sociocognitivisme", en *Terminologies nouvelles*, N° 21, 58-64.

van Dijk, T. (1978) *La ciencia del texto.* Barcelona: Paidos.

van Dijk, T. (1985) "Semantic Discourse Analysis", en *Handbook of Discourse Analysis*, Vol 2. London: Academic Press.

Weinrich, H. (1994) "Wissenschaftssprache, Sprachkultur un die Einheit der Wissenschaft", en Weinrich, H. & Kretzenbacher (eds.) *Linguistik der Wissenschaftssprache.* Berlin/New York: de Gruyter.

Weissenhofer, P. (1995) *Conceptology in Terminology Theory, Semantics and Word-Formation.* Vienna: TermNet (International Network for Terminology).

Werlich, E. (1975) *Typologie der Texte.* München: Fink.

Wichter, S. (1994) *Experten- und Laienwortschätze: Umriss einer Lexikologie der Vertikalität.* Tübingen: Niemeyer.

Wüster, E. (1979) *Introducción a la teoría general de la terminología y a la lexicografía terminológica.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 1998.

ANEXOS

CORPUS TEXTUAL

TEXTO 1

Castañé, P. M., Loez, C.R., Olguín, H.F., Puig, A., Rovedatti, M.G., Topalián, M.L. & Salibián, A. (1998) "Caracterización y variación espacial de parámetros fisicoquímicos y del plancton en un río urbano contaminado (Río Reconquista, Argentina)", en *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 14 (2) 69-77.

Rev. Int. Contam. Ambient. 14 (2) 69-77, 1998

CARACTERIZACIÓN Y VARIACIÓN ESPACIAL DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y DEL PLANCTON EN UN RÍO URBANO CONTAMINADO (RÍO RECONQUISTA, ARGENTINA)

Patricia M. CASTAÑÉ [1], Carolina R. LOEZ [1,2], Héctor F. OLGUÍN [1,2], Alba PUIG [1,3], María G. ROVEDATTI [1], Mirta L. TOPALIÁN [1] y Alfredo SALIBIÁN [1,4]

[1] Programa de Ecofisiología Aplicada, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján. Casilla 221, 6 700 - Luján, Argentina.
[2] Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, 1428 - Buenos Aires, Argentina.
[3] Museo Argentino de Ciencias Naturales «B. Rivadavia» e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, Buenos Aires, Argentina.
[4] Carrera del Investigador Científico Tecnológico, Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

(Recibido agosto 1997, aceptado agosto 1998)

Palabras clave: parámetros fisicoquímicos, fitoplancton, zooplancton, variación espacial, contaminación, río Reconquista, Argentina, América del Sur.

RESUMEN

Durante 1994 se muestreó mensualmente el agua superficial (hasta 50 cm) en cinco sitios (a 5, 10, 20, 38 y 46 km de las nacientes) del río Reconquista (Buenos Aires, Argentina), receptor de efluentes domésticos, agrícolas e industriales. Con el fin de profundizar la caracterización de este río y determinar sus tendencias espaciales, se evaluaron 22 parámetros físicos y químicos, así como la composición y densidad del fito y zooplancton. Se notó un mayor deterioro de la calidad del agua río abajo, manifestando gradientes o un cambio brusco después de la desembocadura del arroyo Morón, altamente contaminado. Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad aumentaron aguas abajo, mientras que oxígeno disuelto y pH disminuyeron. El oxígeno disuelto (19 veces entre valores extremos de las medias anuales de los cinco sitios), el amonio (16 veces) y la DBO (6 veces) mostraron la mayor variación espacial. Las concentraciones de los metales pesados generalmente excedieron los niveles de protección para la vida acuática. La densidad del fitoplancton (media: 6 400 ind/mL) estuvo dominada por Chlorophyceae, Bacillariophyceae y Cyanophyceae; y la del zooplancton (media: 67 ind/L), por los rotíferos y nauplii. La densidad media del fitoplancton total aumentó hasta el sitio distante 38 km de las nacientes, lo que pudo interpretarse como una consecuencia del progresivo enriquecimiento en nutrimentos, y disminuyó en el último, donde habrían prevalecido los efectos tóxicos de los contaminantes. El deterioro espacial creciente de la calidad del agua se asoció negativamente con la abundancia de los grupos de crustáceos planctónicos.

ABSTRACT

During 1994 monthly surface water (up to 50 cm) samples were taken from five sites (5, 10, 20, 38 and 46 km away from the origin) along the Reconquista river (Buenos Aires), which receives domestic, agricultural and industrial effluents. In order to thoroughly characterize this river and to evaluate its spatial trends, 22 physical and chemical parameters, as well as the phyto- and zooplankton composition and abundance were determined. Most of the physical and chemical parameters evidenced an increased water quality deterioration downstream, displaying gradients or a sudden change after the discharge of the highly polluted Morón stream. Ammonium, orthophosphates, hardness, temperature, alkalinity, BOD, COD, phenols, chlorides and conductivity increased along the river, whereas dissolved oxygen and pH decreased. The parameters that showed highest spatial variation where dissolved oxygen (19 times, when comparing the higher and lower annual means of the five sampling sites), anunonium (16 times) and BOD (6 times). Heavy metals concentration generally exceeded the aquatic life protection levels. Phytoplankton density (mean: 6 400 ind/mL) was mainly made up by Chlorophyceae, Bacillariophyceae and Cyanophyceae, while zooplankton (mean: 67 ind/L) was mainly made up by rotifers and nauplii. The mean density of total phytoplankton increased up to 38 km away from the origin, which could be interpreted as a consequence of the progressive nutrient enrichment downstream, and decreased in the last site, where toxic effects of pollutants were probably prevalent. The increasing deterioration of water quality was negatively associated with the abundance of planktonic crustaceans.

INTRODUCCIÓN

Los ríos son sistemas abiertos, cambiantes a lo largo del tiempo y de su curso, sometidos a la influencia del clima y las características de la cuenca. La actividad humana incide en su funcionamiento, llegando a determinarlo en muchos casos (Sabater *et al.* 1993). La capacidad que los ríos presentan para degradar total o parcialmente algunas de las sustancias de origen antrópico es limitada y resulta superada, en muchos casos, por la magnitud y velocidad de dicho proceso (Allan 1995).

El río Reconquista es un curso de agua templado de llanura en cuya cuenca se establecieron aproximadamente 3 millones de habitantes (alrededor del 10 % de la población total de la Argentina y un 31.5 % de la población de la Capital Federal y su región metropolitana) (INDEC 1994), así como varios miles de industrias.

En los últimos 30 años la calidad del río se ha ido deteriorando debido a descargas domiciliarias e industriales con poco o nulo tratamiento. Actualmente es considerado como uno de los cuerpos de agua dulce que presenta características más críticas en el país, por la variedad y la cantidad de desechos vertidos en él y por el posible impacto de sus descargas en el Río de la Plata, estuario binacional que abastece de agua a la ciudad de Buenos Aires y parte del área suburbana. Este particular cuadro de situación ambiental podría agravarse en el futuro próximo considerando que las proyecciones globales prevén que en el año 2025 más del 92% de la población argentina será urbana (Escalona y Winchester 1994).

Las aguas contaminadas del río avanzaron sobre el área circundante en las frecuentes inundaciones que ha sufrido esta cuenca (las mayores en 1959, 1967, 1982 y 1985), alcanzando los mantos acuíferos, de los cuales se abastece gran parte de lc habitantes de la zona.

Dado que se han iniciado medidas de saneamiento en el Ri Reconquista, este estudio constituye una línea de base útil pai el control futuro de los efectos de las acciones que se in plementen. Asimismo, la evaluación de los patrones espacial de distintos parámetros limnológicos contribuye a definir l. zonas más críticas, orientando las decisiones tendientes a recuperación.

Durante los años 1985-1987 se realizó el primer monitor sistemático de algunas variables físicas, químicas y del fi plancton de este río y se establecieron correlaciones entre ell (Loez y Salibián 1990, Topalián *et al.* 1990, Loez 1995).

Dentro del marco de un proyecto más amplio sobre evalu ción ecotoxicológica del Río Reconquista (Salibián 1996), el (jetivo de este trabajo consistió en determinar las tendencias paciales de parámetros físicos, químicos y biológicos, con el de profundizar la caracterización de este río.

Algunos resultados parciales fueron dados a conocer en f ma preliminar con anterioridad (Castañé *et al.* 1996, Ferrari *et* 1994, García *et al.* 1996, Loez *et al.* 1994, Olguín y Loez 1996)

Área de estudio

El río Reconquista, situado en la zona Noroeste de la Reg Metropolitana de Buenos Aires (34º 41' S; 59º 24' W), se orig en la confluencia de los arroyos Durazno, La Choza y La Hor ta, y se une finalmente al río Luján, que desemboca en el Rí la Plata (Fig. 1). En su recorrido de aproximadamente 55 km r be el aporte de 82 pequeños cursos de agua. Su cuenca (1 km²) limita al N y al E con la del río Luján y al S y O, con la de Matanza.

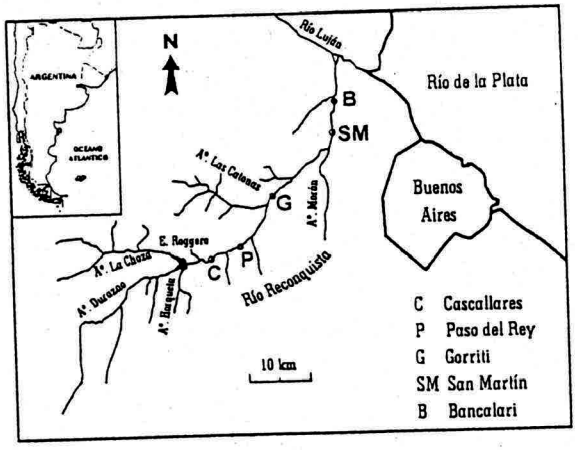


Fig. 1. Mapa de la cuenca del Río Reconquista donde se indican los sitios de muestreo

Las precipitaciones están distribuidas a lo largo del año, sin estación seca definida (clima isohigro) con máximos en mayo y diciembre (Kuczynski 1981). Durante 1994 la precipitación fue de 12 mm con un rango de 0 a 65 mm diarios, según registros de la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Luján.

En la llanura alta de la cuenca 72 000 ha se utilizan para actividades agropecuarias, mientras en la llanura media y baja 95 000 ha están urbanizadas o dentro de los planes de desarrollo urbano futuro e incluyen áreas verdes y públicas. Con el objeto de regular los caudales de la cuenca superior del río se construyeron diques en los arroyos La Choza y Durazno y en el curso principal la represa Ing. Roggero, que posee un sistema de compuertas manuales (Zalazar 1996).

El arroyo Morón (16 km de longitud; 0.9 m^3/seg de caudal promedio) le aporta un importante flujo de contaminantes de fuentes domésticos y de numerosas fábricas (frigoríficos, tejedurías, productos químicos, mataderos, etc.) (Kuczynski 1994).

Se seleccionaron cinco sitios de muestreo libres de la influencia de las mareas del Río de la Plata (Fig. 1): Cascallares, en el área rural (a 5 km del nacimiento del río); Paso del Rey (a 10 km); Gorriti (a 20 km); Parque San Martín (a 38 km), luego de la desembocadura del arroyo Morón, y Bancalari (a 46 km). En Cascallares el ancho del río es de 4 a 14 m y la profundidad de 0.5 a 1 m, aproximadamente, llegando en Bancalari hasta cerca de 25 m de ancho y 2.5 m de profundidad.

Paso del Rey y Gorriti se hallan ubicados en una zona urbano-rural, afectada por abundantes descargas de efluentes domiciliarios e industriales. Entre San Martín y Bancalari una parte importante del área adyacente al río es utilizada por el CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana S. E.) como zona de descarga de desechos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 1994 se realizaron muestreos mensuales en el agua subsuperficial (hasta 50 cm) de los cinco sitios mencionados.

La metodología utilizada para los análisis de agua se basó en métodos estándar (APHA, AWWA y WPCF 1992).

En el campo se determinaron por duplicado: temperatura y pH (sensor Luftman P300), conductividad (sensor Luftman C400), alcalinidad total (por titulación con HCl) y dureza total (suma de alcalino térreos por valoración con EDTA-Na_2 e indicador mixto).

Se tomaron muestras de agua del río, por duplicado, se trasladaron al laboratorio a 4 °C y se analizaron en el día de su recolección. En cada alícuota se determinó por duplicado: turbidez (por nefelometría), sólidos totales (secado a 103-105 °C), oxígeno disuelto (Winkler), DBO (consumo de oxígeno en 5 días) y DQO (método del dicromato de potasio). En agua filtrada (0.45 µm de abertura de poro) se evaluaron por colorimetría amonio, nitritos, nitratos, ortofosfatos, cloruros y fenoles. Para determinar metales pesados disueltos (As, Cd, Cr, Cu, Pb y Zn) se filtraron (0.45 µm) las muestras de agua de Cascallares, San Martín y Bancalari, que se conservaron acidificadas (pH < 2) con ácido nítrico hasta su análisis por espectrofotometría de absorción atómica (equipo Shimadzu AA 6501), con horno de grafito acoplado (Shimadzu GFA 6000). Los límites de detección (µg/L) fueron: As= 10, Cd= 1, Cr= 2, Cu= 2, Pb= 5 y Zn= 1.

Se tomaron muestras cualitativas de fitoplancton con red cónica de 15 µm de abertura de poro y cuantitativas (250 mL) por duplicado, sin filtrar, fijándose *in situ* con lugol 3 - 5 %. El reconocimiento taxonómico de las microalgas se efectuó con microscopio óptico "Nikon". Los recuentos algales se realizaron a nivel de género, salvo en el caso de floraciones, donde se alcanzó el de especie para las dominantes, consultando principalmente a Bourrelly (1966, 1968 y 1970). Las muestras cuantitativas se dejaron sedimentar en cubetas de 5 y 10 mL y se efectuaron los recuentos, mediante un microscopio óptico invertido "Zeiss", siguiendo la metodología propuesta por Utermöhl (1958). Por convención, se contaron por lo menos 200 organismos totales, alcanzándose un error máximo del 10-15 % (Venrick 1978). Los resultados se expresan en individuos por mililitro (ind/mL).

Las muestras de zooplancton se obtuvieron filtrando 100 L de agua, tomada con bomba de succión sumergible, a través de una red de 48 µm de abertura de poro y se fijaron "in situ" con formol 3-5 %. Las submuestras de 5 mL, tomadas con pipeta tipo Hensen, se contaron totalmente en cámara de Bogorov bajo microscopio estereoscópico "WildM8" (hasta 100 aumentos), siguiendo pautas similares a las de Lewis (1979). Se calculó la densidad de organismos en individuos por litro (ind/L).

Las medias anuales de fito y zooplancton se calcularon ponderando los valores de densidad por el lapso transcurrido entre sucesivos muestreos.

Con el objeto de determinar patrones espaciales, independientemente de los temporales, se promediaron muestras no contemporáneas de un mismo sitio (Boesch 1977).

RESULTADOS

Las medias anuales de Cd, Cr, Cu, Pb y Zn, así como el máximo de arsénico (Tabla I) excedieron los límites para la protección de la vida acuática permitidos en la Argentina (Ley Nacional de Residuos Peligrosos Nº 24.051/93). Los máximos de estos metales pesados superaron el límite respectivo en 1.7 (As), 300 (Cd), 150 (Cr), 65 (Cu), 40 (Pb) y 17 veces (Zn). Sus concentraciones no evidenciaron patrones espaciales definidos.

Los restantes parámetros físicos y químicos (Tabla II) se agruparon de acuerdo con el patrón de variación espacial de sus medias anuales por sitio (Fig. 2). Las mismas se expresaron en porcentajes, con el fin de uniformar las escalas y facilitar la comparación. La media anual máxima de cada parámetro se consideró como 100 % para el mismo.

Las medias anuales de algunas variables físicas y químicas consideradas manifestaron un gradiente espacial más o menos marcado. El amonio, los ortofosfatos, la dureza, temperatura y alcalinidad (Fig. 2a) tendieron a aumentar desde Cascallares hasta Bancalari, mientras que el oxígeno y el pH (Fig. 2b) disminuyeron en ese sentido. El grado de variación espacial fue mayor para

TABLA I. METALES PESADOS DISUELTOS (mg/L) EN CASCALLARES, SAN MARTÍN Y BANCALARI*

	Cascallares	San Martín	Bancalari	Media anual	Niveles guía (a)
Arsénico	< 10 - 60	< 10 - 87	< 10 - 34	28	50
Cadmio	< 1 - 11	< 1 - 5	< 1 - 60	7	2-4 (b)
Cromo	< 2 - 20	6 - 250	15 - 300	52	2
Cobre	20 - 130	8 - 94	15 - 57	43	0.8-1.8 (b)
Plomo	< 5 - 20	< 5	< 5 - 40	15	2-7 (b)
Zinc	50 - 510	44 - 400	16 - 390	165	30

* Medias anuales, valores mínimos y máximos de las concentraciones y niveles guía de calidad de agua dulce superficial para la protección de la vida acuática en Argentina

(a) Corresponde a la concentración total del metal según Ley Nº 24051, Año 1993. Residuos Peligrosos.

(b) Variación dentro del rango de dureza encontrado

TABLA II. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL RÍO RECONQUISTA. MEDIAS ANUALES Y VALORES MÍNIMOS Y MÁXIMOS

Parámetro	Media	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	20.4	9.2	30.4
Conductividad (mS/cm)	1096	357	1792
pH	8.1	7.5	9.3
Dureza (mmol $CaCO_3$/L)	1.5	0.8	2.6
Alcalinidad (mg $CaCO_3$/L)	982	400	1485
Turbidez (UTF)	106	33	645
Sólidos totales (mg/L)	874	341	1240
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.5	0	10.9
DBO (mg/L)	22.1	2.6	80.8
DQO (mg/L)	116	46	339
Amonio (mg N-NH_4^+/L)	6.9	0.2	19.0
Nitritos (mg N-NO_2^-/L)	0.18	0.01	0.59
Nitratos (mg N-NO_3^-/L)	1.74	0.15	4.85
Ortofosfatos (mg PO_4^{3-}/L)	3.62	0.30	7.90
Cloruros (mg/L)	81.5	20.0	168.0
Fenoles (mg/L)	0.68	0.15	1.70

el oxígeno (la media máxima fue 19 veces superior a la media mínima), amonio (16 veces) y ortofosfatos (3 veces).

Otro grupo de parámetros, constituido por DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad (Fig. 2c), experimentaron un patrón de contraste (cambio brusco), presentándose el mayor aumento relativo entre Gorriti y San Martín y manteniéndose valores altos en Bancalari. Los sólidos totales concordaron parcialmente con este patrón. La diferencia entre sitios extremos fue más notoria para DBO (6 veces).

Los nitritos y nitratos (Fig. 2d) alcanzaron valores mayores en Paso del Rey y Gorriti, presentando en San Martín y Bancalari niveles semejantes a los de Cascallares. El patrón de la turbidez presentó máximos en Cascallares y San Martín y mínimos en Bancalari y Paso del Rey.

En el estudio cualitativo del fitoplancton se identificaron 92 géneros pertenecientes a las clases Chlorophyceae (34), Bacillariophyceae (29), Cyanophyceae (15), Euglenophyceae (5), Chrysophyceae (4), Xanthophyceae (3) y Zygophyceae (2).

Los géneros más frecuentemente registrados (> 90 %) fueron *Nitzschia*, *Cyclotella*, *Aulacoseira*, *Navicula* y *Synedra* (Bacillariophyceae), mientras *Scenedesmus*, *Monoraphidium* y *Pediastrum* (Chlorophyceae) alcanzaron frecuencias de aparición entre 75 y 90 %.

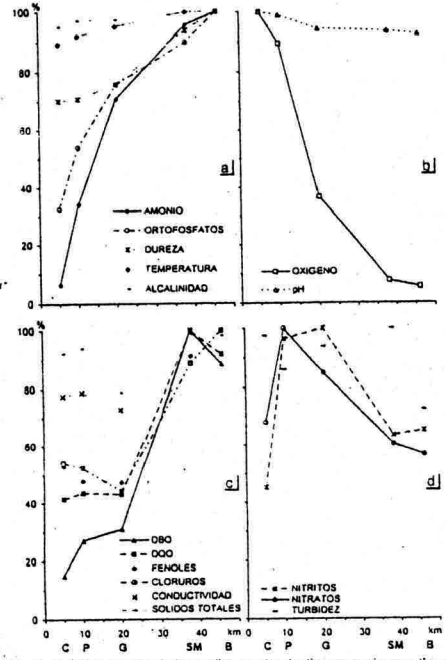


Fig. 2. Variación espacial de las medias anuales de distintos parámetros físicos y químicos. La media anual máxima de cada parámetro se consideró como el 100 % para el mismo. (Amonio: 11.1 mg N-NH_4^+/L; ortofosfatos: 5.1 mg/L; dureza: 1.9 mmol $CaCO_3$/L; temperatura: 21.3 °C; alcalinidad: 997 mg $CaCO_3$/L; oxígeno disuelto: 7.3 mg/L; pH: 8.5; DBO: 41 mg O_2/L; DQO: 158 mg O_2/L; fenoles: 0.98 mg/L; cloruros: 118.5 mg/L; conductividad: 1279 mS/cm; sólidos totales: 943 mg/L; nitritos: 0.25 mg N-NO_2^-/L; nitratos: 4.47 mg N-NO_3^-/L; turbidez: 123.3 UTF). Los sitios se ubicaron según su distancia a las nacientes. C: Cascallares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

La abundancia total del fitoplancton varió entre 1.5 y 55,000 ind/mL, con un promedio de 6,400 ind/mL. Chlorophyceae (41 %), Bacillariophyceae (38 %) y Cyanophyceae (19 %) fueron las clases dominantes (Tabla III). La mayor importancia numérica de Chlorophyceae y Cyanophyceae estuvo acotada al verano, época en que se registraron floraciones de la clorofita *Chlorella vulgaris* y de las cianofitas *Microcystis aeruginosa* y *Merismopedia punctata* y la de Bacillariophyceae a invierno-primavera, dada principalmente por *Cyclotella meneghiniana*.

La densidad media anual del fitoplancton total aumentó desde Cascallares hasta San Martín (8 veces) y luego disminuyó hacia Bancalari (Fig. 3). Las medias de Chlorophyceae, Cyanophyceae y Bacillariophyceae también alcanzaron su máximo en San Martín. El grado de variación espacial fue mayor para Chlorophyceae (40 ve-

I. CLASES ALGALES EN EL RÍO RECONQUISTA. DENSIDADES MEDIAS ANUALES (ind/mL) EN CADA SITIO Y EN PROMEDIO

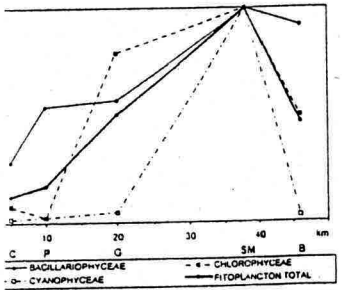
C	P	G	SM	B	media
1047	2040	2153	3732	3433	2481
422	137	4426	5563	2787	2667
99	137	273	5587	161	1251
76	29	43	62	54	53
2.89	0.51	1.60	0	0.57	1.11
2.30	0.24	0	0	10	2.43
0	0.28	0	0	0	0.06
1649	2344	6897	14944	6445	6456

lares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

anophyceae (56 veces), lo que refleja la ocurrencia de es acotadas en el espacio.

undancia total del zooplancton varió entre 0.8 y 268 ind/L, romedio de 67 ind/L. Los rotíferos fueron más abundantes .) que los crustáceos (27 ind/L) (Tabla IV). Dentro de este rupo, las larvas nauplii (18 ind/L) y los copépodos leos (8 ind/L) presentaron densidades superiores a aque- s cladóceros (0.9 ind/L) y de los copépodos calanoideos /L).

lensidades medias anuales de la gran mayoría de los grupos lancton presentaron un gradiente de disminución desde res hacia Bancalari (Fig. 4). En los rotíferos se manifestó hasta Gorriti, aumento en San Martín y nueva disminución lari y en los escasos calanoideos detectados, un máximo en El grado de variación espacial en las medias de densidad de los mayoritarios de crustáceos fue algo superior en cladóceros s) y nauplii (19 veces) que en ciclopoideos (12 veces).



ariación espacial de las densidades medias anuales del fitoplancton otal y sus clases más abundantes. La media anual máxima de cada lase se consideró como el 100% para la misma. Los sitios se ubica- on según su distancia a las nacientes. C: Cascallares, P: Paso del ey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

TABLA IV. GRUPOS DE ZOOPLANCTON EN EL RÍO RECONQUISTA. DENSIDADES MEDIAS ANUALES (ind/mL) EN CADA SITIO Y EN PROMEDIO

	C	P	G	SM	B	media
Nauplii	58.63	17.04	6.12	5.88	3.02	18.14
Ciclopoideos	18.40	12.23	4.57	2.60	1.5	27.86
Calanoideos	0.01	0.003	0.11	0	0	0.02
Cladóceros	2.63	1.01	0.51	0.28	0.09	0.91
Crustáceos	79.68	30.29	11.32	8.76	4.63	26.94
Rotíferos	68.95	26.58	18.35	60.44	27.40	40.35

C: Cascallares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

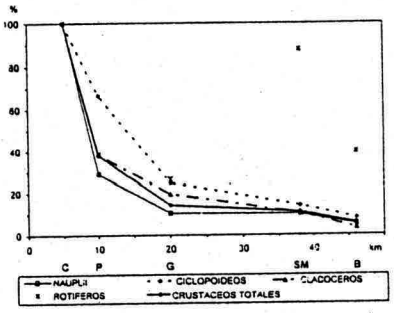


Fig. 4. Variación espacial de las densidades medias anuales de distintos grupos del zooplancton. La media anual máxima de cada grupo se consideró como el 100% para el mismo. Los sitios se ubicaron según su distancia a las nacientes. C: Cascallares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

DISCUSIÓN

Según un índice de calidad del agua (ICA) (Berón 1984) basado en los valores de temperatura, cloruros, nitrógeno amoniacal, DBO y oxígeno disuelto, que varía entre 0 (contaminación muy elevada con calidad semejante a un cloacal crudo y séptico) y 10 (pureza original), Cascallares se calificó como un sitio poluido (6.5) y los restantes con polución elevada a muy elevada (Paso del Rey: 4.3; Gorriti: 3.5; San Martín: 1.8 y Bancalari: 2). La magnitud con que las máximas concentraciones de metales pesados superaron los límites permitidos para la protección de la vida acuática refleja la gravedad de la situación.

El número de géneros de fitoplancton detectados en el Río Reconquista (92) superó a los registrados en el Luján (68) (del Giorgio *et al.* 1991) y en el Matanza-Riachuelo (76) (Conforti *et al.* 1995). Los cursos de agua mencionados corresponden a cuencas vecinas de dimensiones similares, que concuerdan con el Reconquista en las características climáticas y geológicas generales y presentan también problemas de contaminación. Las máximas densidades de fitoplancton total alcanzadas fueron similares en los tres casos. Estos valores se encuentran en la zona central del rango reportado por Desey (1987) y Kiss (1984) para

ríos de llanura de alto estado trófico. En un estudio anterior (Loez y Salibián 1990) también se obtuvieron resultados indicadores de ese estado. La proporción en abundancia de las clases algales difirió de la presentada típicamente en ríos de zonas templadas, donde la dominancia se alterna durante el ciclo anual entre Bacillariophyceae y Chlorophyceae, con bajos niveles de Cyanophyceae (Desey 1987, del Giorgio *et al.* 1991). En general, a lo largo de este río, las Cyanophyceae se encuentran asociadas, durante todo el año, con Bacillariophyceae y Chlorophyceae, lo que señala una condición de moderada contaminación salvo en períodos estivales (XII/94) (Gorriti: 85% y San Martín: 99%). Estas floraciones estacionales de Cyanophyceae estarían relacionadas con altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altas de amonio (Angeli 1979). Entre otras especies que presentaron floraciones destacó *Chlorella vulgaris*, que pertenece a las Chlorococcales (Chlorophyceae), grupo considerado por Loez *et al.* (1995) y Topalián y Loez (1995) como resistente a ciertos tóxicos. Conforti *et al.* (1995) también detectaron en el río Matanza-Riachuelo, altamente contaminado, una desviación del patrón general observado en ríos de zonas templadas, ya que dominaron alternativamente Bacillariophyceae y Euglenophyceae.

Los grupos dominantes del zooplancton concordaron con lo observado habitualmente en ríos, en cuanto al predominio de rotíferos (Hynes 1976, Winner 1975) y, en general, de taxa de pequeño tamaño (Shiel *et al.* 1982, Pace *et al.* 1992), en este caso rotíferos y larvas nauplii. Consecuentemente, Basu y Pick (1997) plantearon que en estos ambientes los efectos del pastoreo del zooplancton sobre el fitoplancton, frecuentemente no serían significativos. El predominio de copépodos ciclopoideos sobre calanoideos, observado en este río, también fue registrado por Kuczynski (1984) en muestreos de otoño en este mismo ambiente y caracterizó a los cursos de agua situados al norte del mismo, en la provincia de Buenos Aires (Modenutti 1991).

La falta de patrones espaciales definidos en la concentración de metales pesados es atribuible al vertido de los mismos en forma intermitente.

La tendencia a manifestar gradientes principalmente en oxígeno disuelto, amonio y ortofosfatos, se correspondería con un aumento progresivo de aportes de materia biodegradable, debido a descargas domiciliarias e industriales no tratadas. El ligero gradiente espacial de temperatura, en cambio, puede deberse al diagrama de los muestreos, ya que generalmente se realizaron río abajo desde la mañana.

La variación de contraste evidenciada en algunos parámetros registrados en el Río Reconquista antes y después de la desembocadura del arroyo Morón, podría deberse al considerable aporte de efluentes contaminados de dicho arroyo. En el sitio más próximo a su desembocadura, Kuczynski (1991, 1994) estimó valores medios de conductividad, DQO, cloruros y sólidos totales muy superiores a los del río Reconquista, por lo que el arroyo Morón contribuiría significativamente a su aumento.

En el río Luján (del Giorgio *et al.* 1991) el pH y el oxígeno disminuyeron río abajo, como en el Reconquista, pero la variación del último parámetro fue menos marcada. El fósforo total del río Luján aumentó en una proporción semejante a los ortofosfatos del Reconquista y el nitrógeno total aumentó en proporción similar a lo largo de ambos ríos. Por el contrario, en el río Luján, donde los núcleos urbanos se encuentran principalmente en la cabecera, la conductividad tendió a disminuir río abajo, debido a dilución por los tributarios, mientras que en el Reconquista aumentó después de la desembocadura del arroyo Morón.

La disminución de nitritos y nitratos evidenciada luego de su aumento en Paso del Rey y Gorriti, probablemente se deba a la fuerte declinación del oxígeno disuelto. Esto inhibiría la nitrificación y contribuiría, si bien en baja proporción, al aumento del amonio en las dos últimas estaciones de muestreo.

El hecho de que la disminución en densidad entre San Martín y Bancalari haya sido menos pronunciada en Bacillariophyceae, se correspondería con una tolerancia a condiciones desfavorables. La misma se comprobó mediante bioensayos multiespecíficos realizados en condiciones de altas concentraciones de Zn, como las que imperan en ese sitio (Loez *et al.* 1995, 1998, Topalián y Loez 1995). Numerosas diatomeas que resultaron tolerantes al zinc en dichos bioensayos fueron las más abundantes en este muestreo.

El patrón particular de los rotíferos, dentro de los grupos principales del zooplancton, podría deberse a un cambio en su composición. Las especies con mayor densidad en la vecindad del nacimiento del río Reconquista podrían diferir de aquellas más abundantes cerca de su desembocadura, ya que en este grupo hay especies adaptadas a condiciones de alta contaminación (Angeli 1979).

El aumento del fitoplancton total hacia San Martín pudo deberse al aumento de nutrimentos, en particular de amonio y ortofosfatos. Hasta ese sitio habría dominado el efecto estimulante del crecimiento algal sobre el posible efecto adverso de distintos tóxicos. Este predominio se confirmó a través de bioensayos con cultivos monoespecíficos de algas, realizados con aguas tomadas de diferentes puntos del río durante el mismo año (Olguín y Salibián 1994, 1996). En los tres meses en que se llevaron a cabo dichos bioensayos, el crecimiento algal de dos especies de clorofitas fue menor en muestras extraídas de Cascallares que en agua de San Martín, demostrándose además una limitación por nutrientes en el primer sitio. Los resultados de los bioensayos concordaron con las tendencias en la abundancia de clorofitas observadas en el río en los mismos meses. Dado que los bioensayos se realizaron con agua del río filtrada, lo que remueve la mayoría del zooplancton, contribuyeron a demostrar que la tendencia al aumento del fitoplancton río abajo no sería consecuencia de una disminución del pastoreo por parte del zooplancton herbívoro.

La disminución en Bancalari de la densidad media del fitoplancton total, así como de sus clases dominantes, podría responder a un cambio en el balance entre los factores estimulantes y los adversos para el crecimiento algal, pasando a predominar los últimos, posiblemente por el efecto conjunto del aumento de algunos tóxicos.

La tendencia a la disminución río abajo de la densidad de los crustáceos planctónicos no pudo relacionarse con una disminución en el mismo sentido del alimento disponible para estos or-

ismos, ya que la densidad media anual del fitoplancton total mayoría de sus clases aumentaron hacia San Martín; ni con aumento de turbidez, ya que ésta tendió a disminuir hacia riti (en cas. todos los meses); ni con las concentraciones de ales pesados, sin patrón definido de variación espacial. La ortancia como factor regulador, de las floraciones registra- de algunas especies de cianofitas, que pueden tener efecto co o inhibitorio para el zooplancton (De Mott *et al.* 1991), iblemente se haya limitado a los momentos de dichas flora- nes. Los crustáceos planctónicos habrían sido afectados ne- ivamente por el progresivo deterioro espacial de la calidad mica del agua. Si bien la respuesta del zooplancton resultó bablemente de la interacción de distintos factores, la declina- n del oxígeno habría sido uno de los más determinantes. La ucción de la densidad a lo largo del río fue más acentuada en cladóceros, lo que podría deberse a su mayor sensibilidad a erminados tóxicos (Mount y Norberg 1984); al igual que en larvas nauplii, por tratarse de estadios tempranos de desarro- (USEPA 1991).

Las especies de rotíferos que serían capaces de prosperar en condiciones de San Martín encontrarían en ese sitio abun- cia de alimento (máxima concentración media de fitoplancton as clases dominantes y abundante materia orgánica, aporta- en gran parte por el arroyo Morón). La declinación de la abun- cia de rotíferos desde San Martín hacia Bancalari, en concor- cia con las clases dominantes del fitoplancton, indicaría que las condiciones se volverían desfavorables inclusive para las ibles especies adaptadas a tolerar un mayor grado de conta- nación.

CONCLUSIONES

Los grupos dominantes de fito y zooplancton fueron comu- s con los de ríos templados de llanura en general, salvo las nofitas que se corresponden con la mayor polución orgánica este ambiente. Si bien Cyanophyceae constituye el grupo dominante más importante numéricamente sólo alcanza las sidades mayores en épocas estivales, lo que podría relacio- se con la sucesión estacional de este río de llanura templado. do que las máximas densidades fueron alcanzadas en sitios mayor carga orgánica, esa predominancia también respon- ría a un aumento en la contaminación aguas abajo del Recon- sta.

Las concentraciones de metales disueltos encontradas en el a del río superaron ampliamente los límites para la protección la vida acuática, sin evidenciarse patrones espaciales defini- s debido al vertido de efluentes en forma intermitente.

La mayoría de los restantes parámetros físicos y químicos alizados variaron en forma continua a lo largo del sector estu- ado del río o presentaron un contraste entre antes y después la desembocadura del arroyo Morón. El grado de contamina- ón aumentó aguas abajo, calificándose las aguas de Cascallares mo poluidas y las de los restantes sitios, como de contamina- ón elevada a muy elevada.

La tendencia espacial en la densidad del fitoplancton total puede atribuirse principalmente al efecto estimulante del progresivo enriquecimiento en nutrimentos aguas abajo, mientras que más cerca de la desembocadura habrían prevalecido los efectos tóxicos. Por el contrario, el deterioro creciente de la calidad del agua se asoció negativamente con la densidad de los grupos de crustáceos planctónicos desde los primeros sitios de muestreo.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se llevó a cabo en el marco del Proyecto Concertado Secretaría de Ciencia y Técnica-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (SECYT-CONICET) «Evaluación ecotoxicológica del río Reconquista: proyección del estado de la calidad del agua del río» (Resolución 2466/92) y contó con subsidios de la Universidad Nacional de Luján (Programa de Incentivos). Se utilizó infraestructura del Departamento de Ciencias Básicas (Universidad Nacional de Luján); del Laboratorio de Limnología y Ficología (Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires) y del Museo Argentino e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Se reconoce especialmente la ayuda técnica del Ing. J. Katz y del Lic. F. R. de la Torre. Se agradece a la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Luján por la provisión de los datos de precipitaciones del área del río.

REFERENCIAS

Allan J.D. (1995). *Stream ecology: structure and function of running waters*. Chapman and Hall, Oxford, 388 p.

Angeli N. (1979). Influencia de la polución del agua sobre los elementos del plancton. En: *La contaminación de las aguas continentales. Incidencias sobre las biocenosis acuáticas*. (P. Pesson, Ed.). Mundi-Prensa, Madrid, pp. 115-158.

APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation). (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington DC.

Basu B.K. y Pick F.R. (1997). Phytoplankton and zooplankton development in a lowland, temperate river. J. Plankton Res. *19*, 237-253.

Berón L. (1984). *Evaluación de la calidad de las aguas de los ríos de la Plata y Matanza-Riachuelo mediante la utilización de índices de calidad de agua*. Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental. Ministerio de Salud y Acción Social, Buenos Aires, 51 p.

Boesch D.F. (1977). *Application of numerical classification in ecological investigations of water pollution*. Virginia Institute of Marine Sciences, Gloucester Point, US Department of Commerce, 114 p.

Bourrelly P. (1966). *Les algues d'eau douce; 1. Les algues vertes*. N. Boubée et. Cie., Paris, 511 p.

Bourrelly P. (1968). *Les algues d'eau douce; 2. Les algues jaunes et brunes*. N. Boubée et. Cie., Paris, 438 p.

Bourrelly P. (1970). *Les algues d'eau douce; 3. Les algues bleues et rouges*. N. Boubée et. Cie., Paris, 512 p.

Castañé P.M., Topalián M.L., de la Torre F.R., Demichelis S.O. y García M.E. (1996). Nutrientes y características físico-químicas en el agua del río Reconquista. En: *Cuencas hídricas, contaminación, evaluación de riesgo y saneamiento*. (R.H. Zalazar, Ed.). Instituto del Medio Ambiente y Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 115-116.

Conforti V., Alberghina J. y González Urda E. (1995). Structural changes and dynamics of the phytoplankton along a highly polluted lowland river of Argentina. J. Aquatic Ecosystem Health *4*, 59-75.

del Giorgio P.A., Vinocur A.L., Lombardo R.J. y Tell H.G. (1991). Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton community along a pollution gradient in a lowland river-a multivariate approach. Hydrobiologia *224*, 129-154.

De Mott W.R., Zhang Q.-X y Carmichael W.W. (1991). Effects of toxic cyanobacteria and purified toxins on the survival and feeding of a copepod and three species of *Daphnia*. Limnol. Oceanogr. *36*, 1346-1357.

Descy J.P. (1987). Phytoplankton composition and dynamics in the river Meuse (Belgium). Arch. Hydrobiol. Suppl. *78* (Algological Studies) *47*, 225-245.

Escalona L. y Winchester J.W. (1994). La tendencia de la urbanización en Sur América: inferencias a partir de una base de datos del World Resources Institute. Interciencia *19*, 64-71.

Ferrari L., Topalián M.L., Castañé P.M., de la Torre F.R., Demichelis S.O., García M.E., Loez C.R., Rovedatti M.G. y Salibián A. (1994). Evaluación exploratoria del estado del agua del río Reconquista (Bs. As.): Parámetros físicoquímicos. Tankay *1*, 10-13.

García M.E., Castañé P.M., Demichelis S.O., Ferrari L. y Topalián M.L. (1996). Indicadores de polución en el agua del río Reconquista. Monitoreo de otoño. En: *Cuencas hídricas, contaminación, evaluación de riesgo y saneamiento*. (R.H. Zalazar, Ed.). Instituto del Medio Ambiente y Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 121-123.

Hynes H.B.N. (1976). *The ecology of running waters*. 3a. Ed., Liverpool University Press, Liverpool, 555 p.

INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (1994). *Censo Nacional de Población y Vivienda 1991. Resultados Definitivos. Características Generales*. Serie C, República Argentina, 149 p.

Kiss K.T. (1984). Changes in trophity in the River Danube at God. Annal. Sci. Budapest. Sect. Biol. *24-26*, 47-59.

Kuczynski D. (1981). Ecología general del oeste del Gran Buenos Aires. Rev. Univ. Morón *6*, 7-31.

Kuczynski D. (1984). Zooplancton (especialmente rotíferos) del Río Reconquista (Provincia de Buenos Aires). Physis (Bs. As.) Sección B *42*, 1-7.

Kuczynski D. (1991). *Atlas ecológico del arroyo Morón*, Ed. Univ. de Morón, Argentina, 97 pp.

Kuczynski D. (1994). Estudio ambiental de un curso de a urbano altamente deteriorado por acción antropogén (ar yo Morón, provincia de Buenos Aires, Argentina). F Ecolog. Méd. Salud Amb. *1*, 1-14.

Lewis W.M.Jr. (1979). *Zooplankton community analysis: stu on a tropical system*. Springer Verlag, New York, 163 p.

Loez C.R. y Salibián A. (1990). Premières données su phytoplancton et les caractéristiques physico-chimiques río Reconquista (Buenos Aires, Argentine), une rivière urba polluée. Rev. Hydrobiol. Trop. *23*, 283-296.

Loez C.R., Olguín H.F., Puig A., Sánchez Caro A. y Casset M (1994). Cambios espaciales y temporales del fito y zooplanc a lo largo de un gradiente de contaminación (río Reconqui Bs. As.): información preliminar. Tankay *1*, 48-50.

Loez C.R. (1995). Estudios limnológicos en el río Reconqu (Pcia. de Buenos Aires): relación entre parámetros biológ. y químicos, especialmente el impacto del zinc sobre la est tura del fitoplancton. Tesis Doctoral, Facultad de Cien Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 222 p

Loez C.R., Topalián M.L. y Salibián A. (1995). Effects of zin the growth and structure of a natural autumn phytoplank sample reared in the laboratory. Environ. Pollut. *88*, 275-2

Loez C.R., Topalián M.L. y Salibián A. (1998). Associations p toplanctoniques indicatrices de la pollution par zinc. Re des Sciences de l'Eau, Francia (en prensa).

Modenutti B.E. (1991). Zooplancton de ambientes lóticos d subcuenca Delta del Río Paraná, Buenos Aires, Argent Iheringia, Sér. Zool. *71*, 67-80.

Mount D.I. y Norberg T.J. (1984). A seven-day life cycle clado an toxicity test. Environ. Toxicol. Chem. *3*, 425-434.

Olguín H.F. y Loez C.R. (1996). Estructura y dinámica espa temporal del fitoplancton del río Reconquista (Bs.As.): pe do XI/93 - III/94. En: *Cuencas hídricas, contaminación, luación de riesgo y saneamiento* (R.H. Zalazar, Ed.). Insti del Medio Ambiente y Gobierno de la Provincia de Buc Aires, Buenos Aires, pp. 124-126.

Olguín H.F. y Salibián A. (1994). Bioensayos alg uniespecíficos para evaluar la calidad del agua del río Re quista: experiencia preliminar. Tankay *1*, 325-328.

Olguín H.F. y Salibián A. (1996). Bioensayos con algas: desc ción de la técnica y aplicación para determinar el grad deterioro del agua del río Reconquista. En: *Cuencas hí cas, contaminación, evaluación de riesgo y saneamie* (R.H. Zalazar, Ed.). Instituto del Medio Ambiente y Gobi de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 104-

Pace M.L., Findlay S.E.G. y Lints D. (1992). Zooplankto advective environments: the Hudson River community a comparative analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. *49*, 1060-1

Sabater S., Sabater F. y Armengol J. (1993). Ecología de los mediterráneos. Investigación y Ciencia *203*, 72-79.

Salibián A. (1996). Calidad del agua del río Reconquista: segu etapa en el monitoreo físico, químico y biológico. En: *Cue hídricas, contaminación, evaluación de riesgo y saneam to*. (R.H. Zalazar, Ed.). Instituto del Medio Ambiente y Gob no de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 108-

iel R.J., Walker K.F. y Williams W.D. (1982). Plankton of the Lower Murray, South Australia. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 33, 301-327.

palián M. L., Loez C.R. y Salibián A. (1990). Metales pesados en el río Reconquista (Buenos Aires): resultados preliminares. Acta Bioquim. Clin. Latinoam. 24, 171-176.

palián M.L. y Loez C.R. (1995). Efecto del Zn sobre microalgas dulceacuícolas del río Reconquista (Buenos Aires): bioensayo multiespecífico de invierno. Acta Toxicol. Arg. 3, 6-9.

EPA (United States Environmental Protection Agency) (1991). Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms (C.I. Weber, Ed). 4ª ed., EPA-600/4-90-027, 293 p.

Utermöhl M. (1958). Zur Vervollkommung der quantitativen Phy-toplankton-Methodik. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 9, 1-38.

Venrick E.L. (1978). How many cells to count? En: *Phytoplankton manual, monographs on oceanographic methodology*. (A. Sournia, Ed.). UNESCO Press, Paris, pp. 167-180.

Winner, J.M. (1975). Zooplankton. En: *River ecology. Studies in Ecology* (B.A. Whitton, Ed.). Vol. 2, Blackwell Sc. Publ., Oxford, pp. 155-169.

Zalazar R.H. (1996). *Cuencas hídricas, contaminación, evaluación de riesgo y saneamiento*. Instituto del Medio Ambiente y Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, 184 p.

TEXTO 2

Ceretti, H. Hughes, E. Ramírez, S. Vullo, D. L. & Zalts, A. (2001) "Metales pesados y microbiota en un ambiente acuático natural, perturbado por actividades humanas", ponencia presentada en la *III Jornada de Investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento*, Los Polvorines, Prov. Buenos Aires, 29 de noviembre de 2001.

METALES PESADOS Y MICROBIOTA EN UN AMBIENTE ACUÁTICO NATURAL, PERTURBADO POR ACTIVIDADES HUMANAS.

H. Ceretti, E. Hughes, S. Ramírez, D. L. Vullo y A. Zalts.

Área Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento.

RESUMEN

El arroyo Las Catonas recibe aportes de efluentes industriales, agrícolas y domiciliarios, constituyéndose por su diversidad en un interesante sistema para el análisis. El objetivo del trabajo es estudiar la distribución de metales pesados en aguas superficiales, intersticiales y sedimentos, evaluar el estado sanitario del arroyo y aislar microorganismos multirresistentes a Cu-Cd-Pb-Zn con potencial uso en biorremediación. Los niveles de metales (Cu-Cd-Zn-Pb-Ni-Co), determinados en aguas por voltamperometría de preconcentración, superan los permitidos para la protección de vida acuática y uso recreativo. Los sedimentos y las aguas intersticiales presentaron concentraciones 1 a 2 órdenes mayores que las superficiales. La carga microbiana de origen cloacal excede los límites establecidos para actividades agropecuarias, recreativas, y consumo humano con tratamiento. Ésta aumenta al recibir la descarga de efluentes de la planta de tratamiento, indicando que su funcionamiento no es eficiente. El relevamiento de la microbiota multirresistente a Cu-Pb-Cd-Zn en aguas superficiales e intersticiales muestra que frente a la alta selectividad del ambiente, todos los microorganismos cultivables son multirresistentes a Cu-Pb-Zn. La microbiota resistente a cadmio resulta más limitada. Se utilizaron estas cepas para estudiar la distribución de Cu-Cd-Pb-Zn a lo largo de los diferentes estadíos de cultivos en lote.

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del arroyo Las Catonas, afluente del río Reconquista, tiene una superficie aproximada de 180 km^2 y se encuentra localizada casi en su totalidad en el partido de Moreno. En la cuenca superior predominan las actividades agrícolas, fundamentalmente horticultura y floricultura. En la cuenca inferior, en cambio, la densidad poblacional es mucho mayor. En esta zona, además de las viviendas unifamiliares, existen dos complejos habitacionales sobre las márgenes del arroyo. Uno de ellos es de reciente construcción, encontrándose parte en obra, mientras que el otro, ubicado sobre la Ruta N°23 y el arroyo Las Catonas es mucho más antiguo. Ambos complejos poseen plantas de tratamiento de efluentes cloacales que vuelcan las aguas tratadas al arroyo. Por otra parte, en la cuenca se encuentran ubicados establecimientos industriales correspondientes a los tres niveles de complejidad ambiental.

El aspecto del arroyo varía a lo largo de su recorrido. En la cuenca superior se encuentran pocos residuos sólidos urbanos en sus márgenes y cauce; a la altura de la calle General Lamadrid se ha observado la presencia de abundante espuma en ciertos tramos del arroyo, y más adelante, en particular desde la zona cercana a la desembocadura del arroyo Los Perros, se incrementa la cantidad de residuos sólidos urbanos presentes. En particular, frente a la planta de tratamiento de efluentes del barrio Las Catonas, la cantidad de basura que cubre el área es tal que impidió tomar muestras de sedimentos.

Como consecuencia de las actividades antrópicas y de la falta de conciencia del cuidado que requieren los cursos de agua superficiales por parte de la población, nos encontramos ante una mezcla extremadamente compleja de contaminación química y bacteriológica en estas aguas (Ceretti *et al.*, 2000; Vullo *et al.*, 2001). Esta situación afecta sin duda la vida acuática y las posibilidades de cualquier uso adecuado del arroyo, ya que en la actualidad es empleado exclusivamente como receptor y/o vertedero de desechos de distinta índole. Por otro lado, una de las consecuencias de esta situación es que los contaminantes presentes en las aguas superficiales migren, bajo diferentes condiciones, afectando la calidad de las aguas subterráneas utilizadas por la población como fuente de agua de consumo.

En el caso particular de la contaminación debida a metales, nos encontramos ante especies químicas que no son degradables. Por tal motivo, una vez volcados al medio ambiente, sólo pueden distribuirse entre los entornos aire – agua – suelo, a veces cambiando su estado de oxidación, o incorporarse a los seres vivos. Los procesos de adsorción y la formación de complejos en medios naturales son responsables de que la mayor parte de los vestigios de metales pesados se acumulen en los sólidos en suspensión, incorporándose rápidamente a los sedimentos, donde se presentan los mayores niveles de concentración de estos contaminantes. Como resultado de estas interacciones, los sedimentos juegan un papel muy importante en la regulación de la calidad del agua. Por su parte, las aguas intersticiales, en contacto directo con los sedimentos, actúan como fuente o sumidero de estos contaminantes y en ellas se observan concentraciones intermedias entre las aguas superficiales y los sedimentos.

Los criterios de vida acuática (ALC), antes conocidos como criterios de calidad del agua, se definen operacionalmente. En particular, cuando se trata de metales, los ALC se refieren a la concentración total de metal. Sin embargo, tanto en solución como en los sedimentos, la fracción de metal biodisponible no es equivalente a la totalidad del metal presente. En 1993, la Agencia de Protección Ambiental (US EPA), estableció que el criterio recomendado en la evaluación de la calidad del agua es la cantidad de metales disueltos, ya que es lo que más se aproxima a la fracción de metales biodisponibles en un dado reservorio. La cantidad de metales disueltos sobreestimaría el nivel de contaminación sobre todo si la presencia de metales unidos a materia orgánica o sedimentos es significativa. En este caso, la cantidad de metal biodisponible es inferior a la disuelta y puede variar por modificaciones en el pH, por la presencia de otras especies capaces de desplazar a algún metal o por acción bacteriana, por ejemplo.

La contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas y superficiales se origina en prácticamente cualquier actividad humana económica o culturalmente importante. La remediación definitiva de estos sitios requiere la extracción de los contaminantes. Desgraciadamente, las técnicas de remediación empleadas actualmente son muy costosas y suelen afectar la fertilidad y/o el uso posterior de los suelos. La aplicación de métodos de remediación efectivos depende del conocimiento de los factores hidrológicos y geológicos del sitio, la solubilidad y especiación de los metales pesados, los procesos de atenuación e inmovilización y la extensión en que los metales puedan dispersarse tanto horizontal como verticalmente a medida que migran. La biorremediación se ha utilizado con éxito en las tareas de limpieza de algunos sitios contaminados, en particular con sustancias tóxicas de origen orgánico. Los metales, a pesar de no ser biodegradables, pueden verse afectados por la presencia de microorganismos, favoreciendo su lixiviación, solubilización, complejamiento, transporte, biodisponibilidad, etc. Dentro de la amplia diversidad microbiana, existen microorganismos resistentes y microorganismos tolerantes a metales. Los resistentes se caracterizan por poseer mecanismos de detoxificación codificados genéticamente, inducidos por la presencia del metal. En cambio, los tolerantes son indiferentes a la presencia o ausencia de metal. Tanto los microorganismos resistentes como tolerantes son de particular interés como captores de metales en aguas contaminadas, debido a que ambos mecanismos pueden extraer los contaminantes de la fase acuosa.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el estudio de los niveles de metales y estado sanitario que presentan las aguas superficiales e intersticiales y los sedimentos en el arroyo Las Catonas. De estas aguas se aislaron y caracterizaron cepas autóctonas multirresistentes (tolerantes) a dichos metales, estudiando posteriormente la distribución de los mismos durante períodos de cultivo en lote, con el objeto de evaluar su potencial uso en procesos de biorremediación de aguas contaminadas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MUESTREO

Se seleccionaron dos sitios de muestreo sobre el arroyo Las Catonas, en los que se tomaron muestras de agua y de barros, en recipientes estériles. La ubicación y algunas características de los sitios son las siguientes:

a) Antes de la confluencia con el arroyo Los Perros. Sobre la margen derecha del arroyo Las Catonas se observa un asentamiento con viviendas precarias; en el arroyo hay basura domiciliaria y chatarra.
b) Después de recibir el aporte de la planta de tratamiento de efluentes domiciliarios del complejo habitacional Las Catonas. Este sitio está ubicado frente al complejo, distante 800 m del punto anterior.

Entre ambas estaciones de muestreo, existen algunos establecimientos industriales. Entre ellos, se destacan un frigorífico de aves y una fábrica de jugos que vuelcan sus efluentes al arroyo Las Catonas y Los Perros, respectivamente. También se encuentra el complejo habitacional Las Catonas y su planta de tratamiento de efluentes. El aspecto que presenta el arroyo desmejora notablemente entre ambas estaciones, incrementándose la cantidad de basura domiciliaria y de chatarra en el cauce y márgenes.

2.2. ANÁLISIS DE METALES

El análisis de metales se realizó mediante voltamperometría de preconcentración, empleando un potenciostato Ecochemie PGSTAT 10 en combinación con un stand polarográfico 663 VA Metrohm.
La determinación de metales se realizó con dos objetivos: 1) evaluar los niveles de concentración total de metales en el arroyo, ya sea en las aguas como en los sedimentos; 2) determinar la distribución de los metales entre las células microbianas y el sobrenadante en cultivos en lote de cepas aisladas y seleccionadas a partir de muestras de agua del arroyo.
Para el primer objetivo se utilizaron aguas superficiales, intersticiales y lixiviados ácidos de los sedimentos. En la figura 1 se muestra el esquema que describe el tratamiento de las muestras. La materia orgánica se destruyó en todos los casos previo al análisis polarográfico mediante una oxidación enérgica.
Se analizaron los siguientes metales: cobre, cadmio, plomo y cinc (voltamperometría de preconcentración electrolítica) y cobalto y níquel (voltamperometría de preconcentración no electrolítica).

Para el estudio de la distribución de los metales en cultivos en lote, se destruyó la materia orgánica de las alícuotas correspondientes a diferentes tiempos de incubación (ver 2.3.3.). Se determinó la concentración de Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+} por voltamperometría de preconcentración electrolítica en las soluciones correspondientes a los sobrenadantes, a las fracciones que contienen las células y a los respectivos controles.

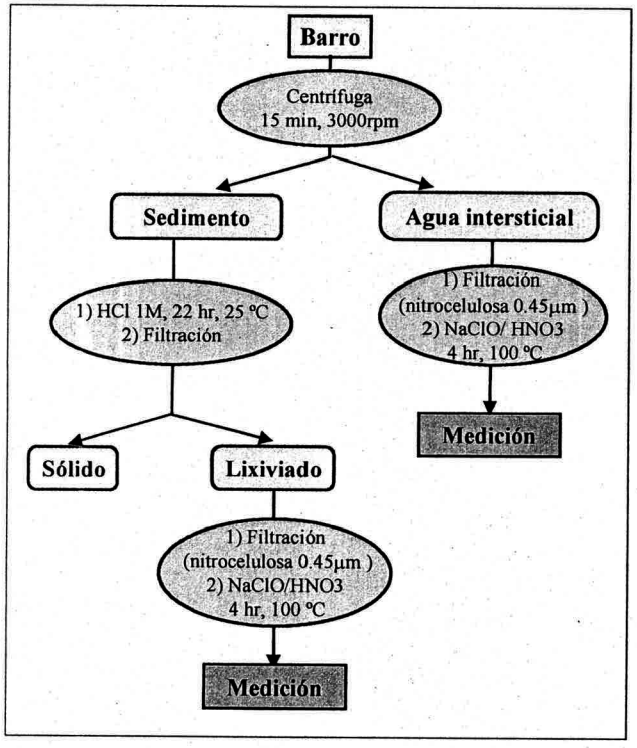


Fig. 1. Diagrama del procedimiento experimental seguido para el análisis de metales en las distintas fracciones

2.3. ESTUDIOS MICROBIOLÓGICOS

2.3.1. EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DE LAS AGUAS

Para evaluar el estado sanitario de las aguas se realizó el recuento de bacterias indicadoras (grupo coliforme) en Agar Chromocult (Merck).

2.3.2. RELEVAMIENTO Y AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS CULTIVABLES MULTIRRESISTENTES (TOLERANTES) A Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+}. IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE LAS CEPAS

Para efectuar el recuento y aislamiento de microorganismos cultivables multirresistentes (tolerantes) a los metales estudiados, se sembró un volumen de 100 µL de las muestras de aguas superficiales o intersticiales o de sus diluciones al décimo en placas con APC (Agar Plate Count) y APC con el agregado de metales. Las placas se prepararon con a) 0,5 mM Cu^{2+}, b) 0,5 mM Cd^{2+}, c) 0,5 mM Pb^{2+}, d) 0,5mM Zn^{2+}, e) 0,5 mM Cu^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+}, f) 0,5 mM Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+} . En todos los casos las incubaciones se realizaron a 30 °C, por períodos de 24 hasta 96 horas.

Las cepas se caracterizaron bioquímicamente mediante el sistema API20E (BioMerieux).

2.3.3. OPTIMIZACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO Y DISTRIBUCIÓN DE Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+} EN CULTIVOS EN LOTE

Para realizar los estudios de distribución de los metales en cultivos en lote se buscó un medio de cultivo que optimizara los rendimientos obtenidos en biomasa, pero que presentara al mismo tiempo la menor interacción posible metal – nutrientes. Como primera aproximación, se seleccionó el siguiente medio de cultivo (pH = 5,5): peptona de caseína (2,5 g/L), extracto de levadura (1,25 g/l), glucosa (0,5 g/L), 0,5 mM en Cu^{2+}, Cd^{2+} y Zn^{2+} y 0,25 mM en Pb^{2+}.

Para estudiar la distribución de los metales, se inocularon 50 mL del medio de cultivo con 5 mL de un cultivo de 4 días del aislamiento proveniente de las aguas superficiales (200H) y de 7 días del aislamiento proveniente de las aguas intersticiales (B101N). Se tomaron muestras desde 0 hasta 168 horas de incubación (200 rpm y 30 °C). Sobre cada alícuota se determinó la biomasa a través de la medición de absorbancia a 600 nm (A_{600nm}) y el pH. Las alícuotas se centrifugaron y se determinó la concentración total de cada metal remanente en los sobrenadantes y en las células. Paralelamente se les realizó el mismo tratamiento a alícuotas del medio de cultivo sin inocular como medida control.

3. RESULTADOS

En octubre de 2000 se realizó un primer análisis exploratorio del contenido de metales en las aguas del arroyo Las Catonas, del estado sanitario de estas aguas y de la microbiota resistente o tolerante a Cu, Pb, Cd y Zn (sitios a y b). Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Arroyo Las Catonas (octubre de 2000): Presencia de metales (ppm) en aguas superficiales, intersticiales y lixiviado de sedimentos. En aguas, ppm equivale a mg/L; en sedimentos corresponde a mg/kg.

	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
Agua superficial (sitio a)	0,375	<0,001	0,018	0,044	0,0045	0,0015
Agua superficial (sitio b)	0,715	0,009	0,044	0,376	0,0057	0,0008
Agua intersticial (sitio a)	4,2	0,011	0,14	-	0,055	0,005
Sedimentos (sitio a)	72,47	0,33	30,51	12,4	-	-
Protección vida acuática	*<0,03*	*<0,0002*	*<0,01*	*<0,02*	-	-
Actividades agropecuarias	*<0,03*	*<0,005*	*<0,05*	*<0,20*	-	-

Tabla 2. Arroyo Las Catonas (octubre 2000). Estado sanitario de las aguas superficiales en los sitios a y b.

Estación de muestreo	COLIFORMES TOTALES (UFC/mL en Agar Chromocult)	*Escherichia coli* (UFC/mL en Agar Chromocult)
Sitio a	$8,3 \times 10^3$	$2,5 \times 10^2$
Sitio b	$3,25 \times 10^4$	$1,95 \times 10^3$
Límite para aguas (NMP/100mL)		
Consumo con tratamiento	*<5000*	*<1000*
Actividades recreativas	-	*<200*
Actividades agropecuarias	*<1000*	-

La Tabla 1 muestra que en el caso de algunos metales se exceden los limites establecidos para la protección de la vida acuática o para la actividad agropecuaria. El recuento de bacterias coliformes dado en la Tabla 2 es indicador del estado sanitario de las aguas. Las mismas presentan un elevado nivel de contaminación. Además se observa un notable incremento del número de bacterias entre los sitios a) y b). El fuerte incremento observado de la carga de bacterias de origen fecal podría adscribirse al funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento.

La Tabla 3 pone en evidencia la microbiota resistente a la presión de selección impuesta por el entorno. Los recuentos de microoganismos cultivables aerobios totales fue de $6,5 \times 10^4$ UFC (unidades formadoras de colonias) / mL en el sitio a y de $2,1 \times 10^6$ UFC/mL en el sitio b.

Como los niveles de cobalto y níquel que se hallaron en el estudio exploratorio de octubre de 2000 resultaron bajos (Tabla 1), se decidió que para el relevamiento de microorganismos multirresistentes estos dos metales no serían tenidos en cuenta. Si bien los niveles de cadmio también son más bajos que los de los demás metales, el mismo se incluyó en los estudios dada su alta toxicidad.

Tabla 3. Arroyo Las Catonas (octubre 2000). Evaluación de microorganismos cultivables resistentes (tolerantes) a Cu, Pb, Cd y Zn en aguas superficiales (sitios a y b).

Metal (0,5 mM en medio APC)	Porcentaje de colonias resistentes (tolerantes) (%)	
	Sitio a	Sitio b
Cu	49	41
Zn	43	27
Pb	59	14
Cd	0,14	0,02
Cu, Zn y Pb	2,2	0,07
Cu, Zn, Pb y Cd	0,18	0,02

En abril de 2001 se realizó un segundo muestreo con el objeto de evaluar la concentración de los metales de interés (Cu, Cd, Pb y Zn) en aguas superficiales e intersticiales y de aislar microorganismos multirresistentes (tolerantes) a partir de estos entornos. Los resultados del análisis de metales en estas muestras se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Arroyo Las Catonas (sitio a, abril de 2001): Presencia de metales (en ppm) en aguas superficiales, intersticiales y lixiviado de sedimentos. En aguas, ppm equivale a mg/L; en sedimentos corresponde a mg/kg.

	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)
Agua superficial	0,25	0,002	0,014	0,21
Agua intersticial	1,12	0,014	0,026	0,61
Sedimentos	84,56	1,58	51,12	77,38

Los resultados del relevamiento de microorganismos cultivables resistentes o tolerantes a cobre, cadmio, plomo y cinc en aguas superficiales e intersticiales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Arroyo Las Catonas (sitio a, abril de 2001): Relevamiento de colonias resistentes (tolerantes) en aguas superficiales y en aguas intersticiales.

	% Colonias resistentes (tolerantes)	% Colonias resistentes (tolerantes)

Metal (0,5 mM en APC)	en aguas superficiales	en aguas intersticiales
Cu	69	100
Cd	4,7	14
Zn	100	100
Pb	80	100
Cu, Pb y Zn	23	100
Cu, Pb, Cd y Zn	2,9	14

Se observa que los microorganismos cultivables a partir de las aguas intersticiales ($8,4x10^5$ UFC/mL) presentan un mayor porcentaje de fenotipos resistentes o tolerantes que los de las aguas superficiales ($1,24x10^5$ UFC/mL). Este hecho es concordante con los datos presentados en la Tabla 4, que muestra que las aguas intersticiales presentan concentraciones de metales aproximadamente un orden mayores que las superficiales. En este caso es clara la presión de selección ejercida por el medio.

Con las cepas multirresistentes (tolerantes) aisladas a partir de las aguas superficiales e intresticiales, se realizó una selección de aquellas mejor adaptadas a las altas concentraciones de cobre, cadmio, plomo y cinc en cultivos en medio líquido. La cepa 200H, aislada a partir de las aguas superficiales (muestreo de octubre 2000) y la cepa B101N, obtenida a partir de las aguas intersticiales (muestreo abril 2001), demostraron poseer un mayor rendimiento en biomasa y una mayor velocidad de crecimiento en el medio de cultivo formulado. Se realizó una caracterización bioquímica de ambas cepas utilizando el sistema API20E. Las cepas 200H y B101N pertenecen al Subgrupo Fluorescente del género *Pseudomonas* (*Pseudomonas putida* o *Pseudomonas fluorescens*). La especie *Pseudomonas aeruginosa* se descartó en ambos casos al confirmarse la ausencia de crecimiento a 42 °C.

Estas dos cepas se utilizaron para llevar a cabo un estudio de la distribución de los metales en el transcurso de cultivos en lote. El objetivo de estos ensayos es determinar la captación celular de los metales, midiendo la concentración del mismo en el sobrenadante del cultivo y el unido a las células en diferentes estadios de crecimiento. Algunos de los resultados se muestran en la Figura 2 (cepa 200H – aislada a partir de aguas superficiales) y en la Figura 3 (cepa B101N –aislada a partir de aguas intersticiales).

En la Figura 2 se registra el crecimiento de la cepa 200H, observándose las fases exponencial y estacionaria (a partir de las 72 horas de cultivo). En esta misma figura se muestra, a modo de ejemplo, el diferente comportamiento observado en presencia de dos de los metales estudiados: cobre y cadmio. En el caso del cobre no se observan interacciones entre el metal y las células. Dentro del error experimental, la curva del sobrenadante es muy similar a la del control, indicando que la concentración de cobre no se ve alterada en la solución debido al crecimiento de estos microorganismos. Ello se ve corroborado con el análisis de cobre en las células control y en las que crecieron en presencia del metal, resultando idénticas ambas curvas. En consecuencia, como el cobre no se incorpora a las células, esta cepa no es capaz de extraer el metal del medio en el cual se desarrolla. En cambio, en las curvas correspondientes al cadmio, se observa una clara disminución de metal en el sobrenadante (a diferencia del control, cuya concentración no varía), mientras que se incrementa el cadmio en las células cultivadas en presencia de metal. Ambas curvas se mantienen aproximadamente constantes al alcanzar la fase estacionaria de crecimiento. De este estudio es evidente que el cadmio interactúa con los microorganismos y como consecuencia, se obtiene una disminución neta de la concentración de esta especie en el sobrenadante. Este tipo de comportamiento es de sumo interés para una potencial aplicación en procesos tecnológicos de biorremediación: se logra concentrar al contaminante en las células, que luego pueden ser separadas del medio acuático.

Además de cobre y cadmio, se estudió el comportamiento de plomo y cinc en presencia de la cepa 200H. En el caso del plomo se obtuvieron resultados similares a los del cobre, aunque las curvas fueron más difíciles de evaluar debido a la precipitación / disolución de algún compuesto de este metal durante el crecimiento microbiano. En cambio, en las curvas correspondientes a cinc, se repitió el comportamiento visto para el cadmio, indicando una marcada incorporación de estos metales a la fracción celular a partir de la fase exponencial de crecimiento.

Durante la incubación de la cepa 200H en presencia de los metales se observó la producción de un pigmento fluorescente, de color amarillo verdoso, a partir de la fase de crecimiento exponencial, cuya intensidad fue aumentando con el tiempo de incubación. Este pigmento no se formó en los cultivos previos, realizados en ausencia de metales, por lo que se trataría de una respuesta de los microorganismos al medio. Probablemente sea un sideróforo llamado pioverdina, pigmento cuya síntesis caracteriza al Subgrupo Fluorescente del género *Pseudomonas*. Dicho pigmento compleja hierro, pero también cobre, hecho que explicaría la no interacción Cu-células observada en la Figura 2.

En la Figura 3 se muestra la curva de crecimiento de la cepa B101N. Si se compara con la curva dada en la Figura 2 para la cepa 200H, en este caso es muy marcada la presencia de una fase de latencia hasta las 48 horas de incubación. La fase estacionaria se alcanza aproximadamente a las 72 horas de crecimiento. En lo que respecta a la distribución de cadmio (mostrado en la figura) y cinc en los cultivos de lote de esta cepa, durante las primeras horas de incubación (fase de latencia) no se produce incorporación de los metales, pero a partir de la fase de crecimiento exponencial y durante la fase estacionaria, se observa una disminución marcada (aproximadamente del 50 %) de los metales respecto de la concentración inicial en solución. En presencia de plomo y de cobre en el sobrenadante, se verifica que las concentraciones de estos metales se mantienen constantes durante la incubación, dentro del error experimental, indicando que no existe interacción entre los metales y las células. El la

Figura 3 se muestra el gráfico de distribución para el caso del plomo. Nótese que en estas experiencias se partió de una menor concentración de plomo que de los otros metales en los medios de cultivo debido a su precipitación con algunos de los componentes del sistema.

4. CONCLUSIONES

El estado sanitario de las aguas del arroyo es deficiente, haciéndolas no aptas para cualquier uso, ya sea con tratamiento convencional para posterior consumo, actividades de recreación con contacto directo o actividades agropecuarias. Se observa un incremento del nivel de coliformes fecales (*Escherichia coli*) aguas abajo de la planta de tratamiento del Complejo habitacional Las Catonas. El incremento de las bacterias de origen fecal pone en duda la eficiencia del proceso de tratamiento de los efluentes cloacales.

En lo que respecta al contenido de metales totales disueltos en las aguas superficiales del arroyo Las Catonas, éstas no son aptas para las actividades agropecuarias ni para el desarrollo de la vida acuática. Por otra parte, se determinó que el contenido de metales es muy elevado en los sedimentos y en las aguas intersticiales, siendo aproximadamente un orden mayor que en las aguas superficiales. Se observa una fuerte variación espacio - temporal de la distribución de los mismos, aunque es claro que los niveles de contaminación aumentan en la dirección de la corriente.

A partir de muestras de agua superficial y de agua intersticial, se efectuó el recuento de microorganismos multirresistentes (tolerantes) a elevadas concentraciones de Cu, Cd, Pb y Zn; observándose claramente que, en ambos casos y ambos muestreos, el Cd es el factor inhibitorio del crecimiento bacteriano. En el caso de los microorganismos cultivables aislados a partir de las aguas intersticiales, todos resultaron resistentes (tolerantes) a Cu, Pb y Zn. Esto es concordante con la mayor presión de selección del medio ambiente a partir del cual se aislaron.

Con respecto a los resultados obtenidos en los cultivos en lote de las cepas seleccionadas 200H y B101N no se detectaron interacciones con el plomo presente durante los diferentes estadíos de crecimiento, así como no se observó variación en la concentración del cobre en el medio de cultivo. En cambio, hubo una fuerte interacción con el cinc y el cadmio desde la fase de crecimiento exponencial hasta la estacionaria: los cultivos realizados demostraron que estos metales disminuyen apreciablemente su concentración en la fase acuosa, incorporándose a la fracción que contiene las células.

Dada la disminución de cadmio y cinc en el medio de cultivo observada durante el crecimiento de la cepa 200H y B101N, éstas son buenas candidatas potenciales para ser empleadas en procesos de biorremediación de aguas contaminadas, particularmente en el caso de cadmio y cinc ya que extraen con elevada eficiencia a estos metales del medio acuoso circundante.

5. REFERENCIAS

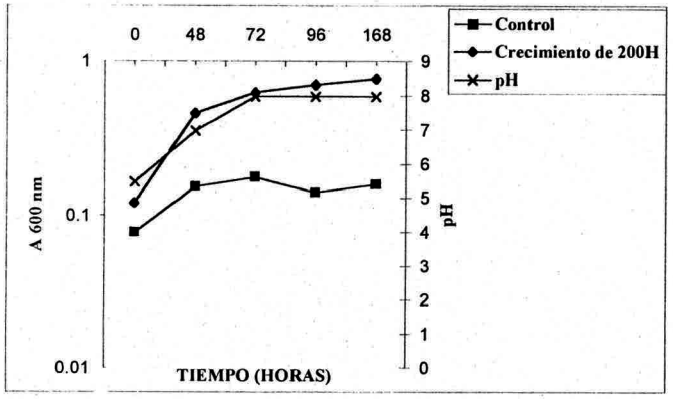
•Topalián, M.L., M.G. Rovedatti, P.M. Castañé and A. Salibián. **Pollution in a lowland river system. A case study: The Reconquista river (Buenos Aires, Argentina).** *Water, Air and Soil Pollution* **114**: 287-302, 1999.

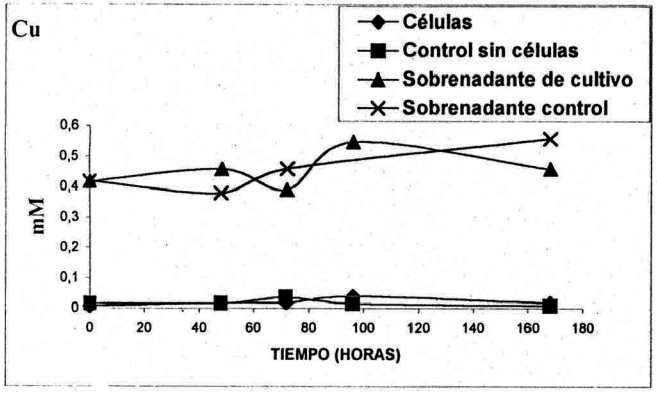
•Ceretti,H., E. Hughes, S. Ramírez, D. Vullo and A. Zalts. **Monitoreo y analisis preliminar de la calidad de aguas del conurbano bonaerense.** Segunda Jornada de Investigacion UNGS, 2000.

•OSN, AGOSBA, SIHN. **Calidad de las aguas Franja Costera Sur** (Informe de avance), Buenos Aires, 1993.

•Vullo, D., H. Ceretti, E. Hughes, S. Ramirez and A. Zalts. **Cu, Pb, Cd and Zn Multiresistant Microbiota in Las Catonas Stream (Bs.As. Metropolitan Area),** 9th Meeting of the International Society for Microbial Ecology, Amsterdam, The Netherlands, 26-31 August 2001.

•Ceretti,H., E. Hughes, S. Ramírez, D. Vullo and A. Zalts. **Effect of Freshwater Metal Contamination on Microbiota Development – Las Catonas Stream Case,** SETAC 22nd Annual Meeting in North America, Baltimore, Maryland, USA, 11-15 November 2001.





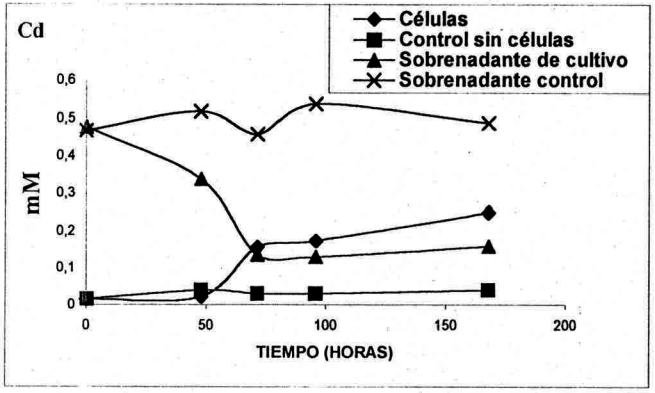
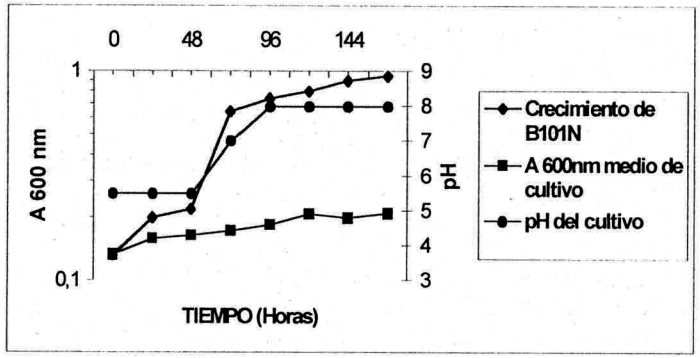
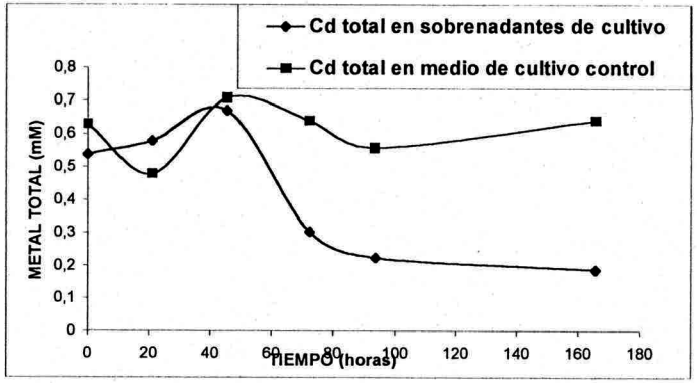


Figura 2. Distribución de cobre y cadmio en un cultivo en lote de 200H.





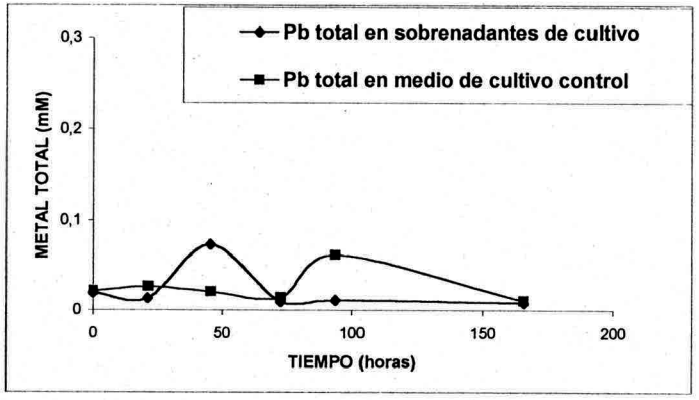


Figura 3. Distribución de cadmio y plomo en un cultivo en lote de B101N.

TEXTO 3

García, M. G., Araoz M. M. y Del V. Hidalgo, M. (2000) "Contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas del S.E. de Tucumán", en Farías, H., Pilán, M., Borsellino, M., Pece, F., Storniolo, A. & Mattar, M. (eds.) *Uso y preservación de los recursos hídricos den los umbrales del siglo XXI. Memorias del XVIII congreso nacional de agua.* Santiago del Estero: Instituto de Recursos Hídricos, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, CD-Rom.

CONTENIDO Y DISTRIBUCIÓN DE METALES PESADOS EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL S.E. DE TUCUMÁN

María Gabriela García, Manuel Monserrat Aráoz y Margarita del V. Hidalgo
Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada. Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. U.N.T.
Miguel Lillo 205. S.M. de Tucumán. Tucumán (4000).
Correo electrónico: gabriga@csnat.unt.edu.ar

RESUMEN

En el S.E. de la Provincia de Tucumán, se desarrolla una extensa llanura que alberga aguas subterráneas que constituyen la única fuente de aprovisionamiento tanto para consumo humano como para riego. A pesar de su importancia, estas aguas no han sido estudiadas con el fin de evaluar su calidad y sus principales características químicas. Por tal motivo se realizó un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de este sector. Los metales seleccionados fueron Hierro, Manganeso, Cromo, Cadmio, Cobre, Plomo y Arsénico. Todos ellos, con excepción del As, presentan concentraciones por debajo de los límites establecidos por la OMS (1993) y el CAA (1994), y están además, dentro de los rangos de valores normales en aguas naturales. La distribución espacial muestra que las concentraciones tienden a aumentar hacia el centro de la cuenca hidrogeológica, a lo largo de un eje que posee una dirección NO-SE, dirección que corresponde al sentido del movimiento regional del agua subterránea. El As por el contrario, se acumula hacia el sur de la cuenca.

INTRODUCCIÓN

En el sector sudoriental de la Provincia de Tucumán, se desarrolla una extensa llanura que alberga recursos hídricos subterráneos de gran importancia por su caudal y calidad. Debido a la escasez de cursos de agua superficial en este sector de la provincia, las aguas subterráneas constituyen la única fuente de provisión de agua para consumo humano y riego. La actividad más importante de la zona es el cultivo de la caña de azúcar, y en menor proporción se cultivan granos (especialmente en el extremo oriental), citrus y hortalizas (en el sector pedemontano). La producción industrial se concentra en el rubro alimentación y bebida (Gob. de la Pcia. de Tucumán, 1994).

El sector estudiado se encuentra dentro de la región denominada por Tineo et al (1984) como provincia hidrogeológica de la llanura oriental, la cual se extiende hacia la provincia de Santiago del Estero desde la Sierra del Aconquija, por el Oeste, hasta la Sierra de Guasayán al Este. El área relevada se encuentra ubicada entre los paralelos de 26°20´ y 27°30´ latitud Sur y los meridianos de 64°45´y 65°30´ longitud Oeste (Figura 1).

A pesar de la importancia que tiene el recurso hídrico subterráneo en la zona, no existen antecedentes de estudios regionales que hayan tenido por objeto evaluar la calidad del agua y sus principales características químicas. Algunos perfiles de pozos suelen tener datos de análisis químicos que por lo general están incompletos y casi en ningún caso incluyen datos sobre metales pesados. Únicamente existen algunas medidas de As realizadas por el Sistema Provincial de Salud de Tucumán (SI.PRO.SA 1981/82, 1986), que dan cuenta de la presencia de este elemento en contenidos que superan los límites de tolerancia para aguas de consumo. En estos trabajos, se hace referencia a una fuerte contaminación en aguas de escasa profundidad (entre 6 y 20 metros), y prácticamente no se mencionan datos de aguas profundas.

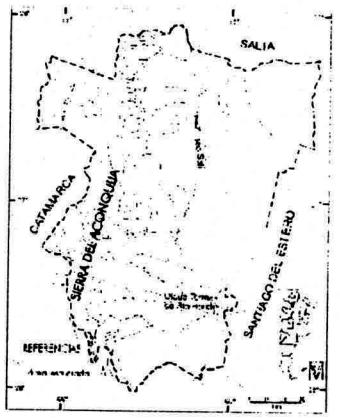


Figura 1: ubicación del área de estudio

Ante esta situación se consideró importante realizar un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de la llanura del Sureste tucumano. Los metales seleccionados fueron Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cromo (Cr), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Arsénico (As). Los dos primeros, son elementos muy comunes en los sedimentos de la cuenca, y se encuentran en general en forma de óxidos y oxohidroxidos que forman pátinas alrededor de los granos del sedimento. Por su abundancia en los materiales que conforman los acuíferos, el Fe alcanza elevadas concentraciones en el agua. Cr, Cd, Cu y Pb fueron seleccionados como indicadores de contaminación ya que estos elementos suelen estar asociados a los efluentes de muchas industrias. Por otro lado, no existen en la zona cantidades significativas de minerales que puedan contener estos elementos. Si bien en la provincia de Tucumán no existe una actividad industrial que genere una carga contaminante de tipo inorgánica, es posible que haya un cierto aporte de los sectores urbanizados. En un estudio realizado sobre aguas de escorrentía de distintas ciudades, se han encontrado importantes concentraciones de metales pesados que han sido asociadas al lixiviado de basurales, eliminación a la atmósfera de los desechos de combustibles fósiles, vertidos cloacales, entre otros (Wiesner et al 1998). El Cu fue particularmente seleccionado porque en un sector del área de estudio se produce la descarga del efluente que proviene del secado del concentrado de Cu y Au de una compañía minera. Si bien aún es demasiado pronto para observar algún impacto de este efluente sobre los acuíferos profundos, los valores determinados pueden servir como una referencia en el futuro.

La presencia de As en toda la región chacopampeana y sus efectos sobre la salud de la población ha sido ampliamente documentada (Merino 1999; Nicolli et al 1985; Nicolli et al 1997; Bergoglio 1963; Biagini et al 1974, Biagini and Salvador 1983; Nicolli et al 1989; Concha et al 1998), por lo que se consideró relevante estudiar con un mayor grado de detalle su presencia y distribución en este sector de la Provincia de Tucumán.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

La cuenca hidrogeológica del Río Salí se extiende desde el piedemonte de la sierra del Aconquija, hasta el límite con la Provincia de Santiago del Estero hacia el Este y el Sur, mientras que el límite Norte está dado por el espolón de Tacanas que actúa como divisoria de aguas subterráneas (Tineo et al, 1984).

Los acuíferos explotados se desarrollan completamente en materiales cuaternarios, integrados por löess de color rojizo a pardo que en profundidad se intercalan con lentes de arenas gruesas y gravas que alcanzarían una profundidad de 150 m o más (Bonaparte y Bobovniqov 1974). El löess, que cubre gran parte de la llanura tucumana, alcanza una profundidad de hasta 30 metros y se caracteriza por un relativo bajo contenido en carbonato de calcio y cuarzo y abundante presencia de vidrio volcánico (Sayago 1995). Los materiales saturados profundos son de tipo lentiforme, arenosos y gravosos, cuyo espesor disminuye hacia el Este y el Sur por el aumento de intercalaciones de materiales finos. El movimiento principal del agua subterránea es en sentido NO - SE, siguiendo la pendiente regional.

El clima es templado-cálido húmedo con estación invernal seca. La precipitación media anual en la llanura varía entre los 700 y los 1000 mm aumentando hacia el Oeste. Las precipitaciones se concentran en el período estival – otoñal y la temperatura media anual oscila entre los 19 y 20°C.

La hidrografía está caracterizada por un colector principal, el Río Salí, en el que confluyen numerosos ríos que descienden de la sierra. La característica principal de la cuenca es la discontinuidad temporal de los caudales, controlada por la distribución de las precipitaciones. Se reconocen dos períodos bien definidos: estival - otoñal de grandes caudales e invernal - primaveral de caudales mínimos (Gob. de la Pcia. de Tucumán, 1994).

METODOLOGÍA DE TRABAJO

A lo largo del año 1998 se llevó a cabo el muestreo aguas extraídas de 28 pozos profundos, cuya distribución se detalla en la Figura 2.

Las muestras para el análisis de metales pesados fueron recogidas en recipientes de polietileno de alta densidad, que previamente fueron lavados con una solución de HNO_3 al 50% durante 24 hs, y enjuagados con agua destilada.

Para el análisis de metales pesados en solución, las muestras se filtraron con filtro de 0,45 µm y se conservaron en medio ácido, logrado con el agregado de HNO_3 concentrado de alta pureza. Las determinaciones se realizaron por absorción atómica, en horno de grafito con un espectrofotómetro de absorción atómica Hitachi 5000 con corrección por efecto Zeeman. Para la determinación de As y Pb se emplearon matrices modificadoras de $Ni(NO_3)_2$ y $NH_4H_2PO_4$ respectivamente. Todas las determinaciones mencionadas se llevaron a cabo en el laboratorio del Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, siguiendo la metodología propuesta por APHA (1989). Se determinaron concentraciones totales, sin tener en cuenta la especiación de los elementos.

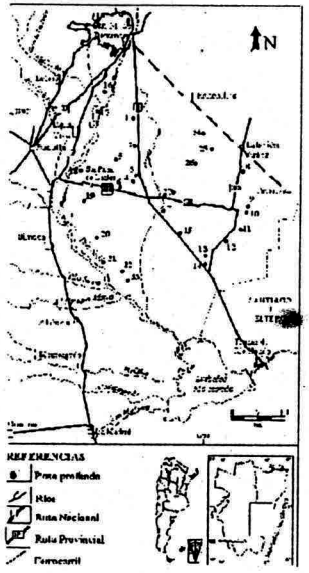


Figura 2: Ubicación de los puntos de muestreo

RESULTADOS

Los resultados obtenidos y la profundidad de los pozos estudiados se muestran en la tabla 1. El Cd y el Pb se encuentran en concentraciones que no superan el límite de detección del método. Casi todos los metales analizados, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993) y el Código Alimentario Argentino (CAA 1994) para aguas de consumo.

Los valores de Cr se encuentran próximos al valor típico de este elemento en aguas naturales establecido por Drever (1988) en 1 µg/L. Las concentraciones varían entre 0,3 y 4,8 µg/L. La concentración de este elemento tiende a aumentar hacia el eje central de la cuenca hidrogeológica, el cual tiene una dirección NW – SE. . La concentración límite es de 50 µg/L para agua potable (CAA 1994).

La concentración de Cu varía entre < 1 y 15 µg/L. Drever (1988), establece que el valor típico de cobre en aguas naturales es de 7 µg/L, por lo que la mayoría de los pozos muestreados revelan valores próximos al de referencia. Sin embargo, dos pozos, El Bracho y Los Sueldos, presentan concentraciones de Cu algo superiores (15 y 12 µg/L respectivamente). Haciendo abstracción de esos dos puntos, se observa que la concentración disminuye hacia el S.E., coincidentemente con la dirección de movimiento regional del agua.

El Fe es el metal pesado más abundante en estas aguas. Su concentración varía entre 1.4 y 83

µg/L en aguas profundas. La concentración límite del Fe es de 300 µg/L (CAA 1994).

La concentración de Mn se encuentra por debajo del valor típico de este elemento en aguas naturales, establecido por Drever (1988) en 8 µg/L. Los valores oscilan entre < 0.6 y 5.6 µg/L., que están dentro e los valores esperados. Sólo un pozo (El Bracho) supera el valor típico. Espacialmente se observa que la concentración del Mn, como en el caso de los otros elementos analizados, aumenta hacia el centro de la cuenca.

La presencia de As en concentraciones que superan los límites de tolerancia para aguas de consumo en aguas del S.E. tucumano ha sido muy documentada. En la mayoría de estos trabajos, se hace referencia a una fuerte contaminación en aguas de escasa profundidad (entre 6 y 20 metros), y prácticamente no se mencionan datos de aguas profundas. En este estudio, las concentraciones de As en aguas profundas oscilan entre <1 y 43 µg/L. Todos estos valores se encuentran por debajo del límite de 50 µg/L establecido por el CAA y la OMS (1963), pero por encima de 10 µg/L, valor límite que se encuentra en revisión para su próxima implementación (OMS 1993). Por su parte, la EPA (Environmental Protection Agency 1999), teniendo en cuenta criterios que establecen riesgos de contraer cáncer, establece como límite de tolerancia una concentración de 0.018 µg/L.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los metales que se tomaron como indicadores de contaminación, con excepción del As, se puede observar que sus concentraciones están por debajo de los límites establecidos por la OMS (1993) y el CAA (1994), y que todos ellos están dentro de los rangos de valores normales en aguas naturales. Llama la atención la presencia de concentraciones ligeramente superiores de algunos metales como Cu, Mn, Fe y Pb en el pozo muestreado en la localidad de El Bracho. Si bien los valores son también muy bajos, sobresalen en relación con los encontrados en sectores aledaños. En esta localidad se encuentra un grupo de cuatro centrales termoeléctricas que abastecen de energía a la provincia de Tucumán y el resto del NOA. Los efluentes de estas centrales se caracterizan por tener un elevado contenido de sales debido al uso del agua en procesos de condensación. Sin embargo, la presencia de maquinarias pesadas, vehículos y combustibles podría dar lugar a la liberación de metales que, al infiltrarse, afectarían los acuíferos más profundos.

El Fe y el Mn son dos elementos que suelen encontrarse en forma de óxidos que cubren los granos de los sedimentos. El material loessico presente en la llanura tucumana es particularmente rico en óxidos de hierro (Sayago 1995; Camino 1988). Los óxidos de Mn suelen estar asociados más con los horizontes superficiales del suelo, particularmente aquellos que son ricos en materia orgánica. Como los acuíferos muestreados son bastante profundos, la concentración de este elemento en el agua no es muy elevada.

El As es un elemento altamente nocivo para la salud. Su ingesta en forma continua da lugar a serios problemas de tipo dermatológico (melanodermias, quelato-dermias y cáncer de piel) y puede afectar otros órganos. Desde principios del siglo XX, existen registros de la presencia de los mencionados síntomas en habitantes rurales de la llanura chacopampena, y que se han atribuido a la ingesta prolongada de agua con elevados contenidos de As. Debido a que la enfermedad presenta características particulares en Argentina, los médicos la llamaron HACRE (hidroarsenisimo crónico regional endémico). En la llanura oriental de la provincia de Tucumán la manifestación de HACRE en pobladores rurales se atribuyó a la ingesta de agua proveniente del acuífero freático (hasta 15 m de profundidad), ya que la misma presenta concentraciones de As que superan el límite establecido por el CAA para aguas de consumo, de acuerdo con los datos proporcionados por el SI.PRO.SA (1981/82 – 1986). Sin embargo, los datos obtenidos en este trabajo revelan concentraciones elevadas de As en acuíferos profundos (entre 100 y 200 metros) ubicados en el sector SO y NE del área de estudio, coincidentemente con el área donde existen manifestaciones hidrotermales. Si bien los valores no superan el límite actualmente en vigencia en nuestra legislación, la mayoría de ellos superan los 10 µg/L, valor al que se está estudiando bajar el límite actual, en vista de la peligrosidad de este elemento (OMS 1993).

La distribución espacial de la mayoría de los elementos analizados muestra que las concentraciones tienden a aumentar hacia el centro de la cuenca hidrogeológica, a lo largo de un eje que posee una dirección NO-SE, dirección que corresponde al sentido del movimiento regional del agua subterránea. El As constituye una excepción ya que tiende a acumularse hacia el sur de la cuenca.

REFERENCIAS

APHA, AWWA y WPCF (1989) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* 17th Edition. USA.

Bergoglio RM (1963) "Mortalidad por cancer y tumores malignos en zonas de aguas arsenicales en la provincia de Córdoba". *V Congr. Iber.Amer.Dermat.* 1111-1118.

Biagini RE and Salvador M (1983) "Arsenisismo crónico en la provincia de Salta". *Archivos Argentinos de Dermatología, 34*, N°4: 193-197.

Biagini RE, Quiroga GC and Elías V (1974) "Hidroarsenisismo crónico en Urutaú (Prov. Santiago del Estero)". *Arch. Argent. Dermat, 24*: 8-11.

Bonaparte J.F. y Bovovniqov J. (1974) "Algunos fósiles pleistocenos de la provincia de Tucumán y su significado bioestratigráfico". *Acta Geol. Lilloana 12*, 11: 171-183.

Camino, M. (1988) "Estratigrafía y evolución paleoambiental durante el cuaternario del valle de La Sala". Tesis inédita. Fac. de Cs. Naturales. Universidad Nacional de Tucumán.

Código Alimentario Argentino (1994) Art.1 Res. MS y AS N°494. Ley 18284. Dec. Reglamentario 2126. Anexo I y II. Ed. Marzocchi.

Concha G, Nermell B y Vahter M (1998) "Metabolism of inorganic arsenic in children with chronic high arsenic exposure in northern Argentina". *Environmental Health Perspectives, Vol 16*, N°6.

Drever, J.I. (1988) *The Geochemistry of Natural Waters.* II Edition. Prentice Hall. Englewood Cliff, New Jersey 07632.

EPA (1999). *National recommended water criteria-correction.* 822 – Z - 99 – 001

Gobierno de la Provincia de Tucumán, Ministerio de Obras Públicas y Transporte de España y Universidad Nacional de Tucumán (1994) *Directrices para la Ordenación del Territorio de la Provincia de Tucumán.* Universidad Nacional de Tucumán. 186pp. Tucumán.

Merino M.H. (1999) "Arsénico en aguas subterráneas. Un problema generalizado en la Llanura Chacopampeana". *Gerencia Ambiental*: 528-569.

Nicolli HB, Suriano JM, Gómez Peral MA, Ferpozzi LH y Baleani OA (1989) "Groundwater contamination with arsenic and other trace elements in an area of the pampa, Province of Córdoba, Argentina". *Environ Geol Water Sci 14/1*: 3-16.

Nicolli H.B., Smedley, P y Tullio, J. (1997) "Aguas subterráneas con altos contenidos de flúor, arsénico y otros oligoelementos en el norte de la Provincia de La Pampa: estudio preliminar" *Cong. Int. sobre Aguas y workshop sobre química ambiental y salud, III*-40. Bs As.

Nicolli, H.B.; O'Connor, T.E.; Suriano, J.M.; Koukharsky, M.A.; Gómez Peral, M.A; Bertini, I.M.; Cohen, L.I; Corradi, O.A; Baleani, O.A y Abril, E.G. (1985) "Geoquímica del arsénico y de otros oligoelementos en aguas subterráneas de la llanura sudoriental de la

provincia de Córdoba". *Miscelánea N°7, Acad. Nac. Ciencias*, Córdoba.
Organización Mundial de la Salud (1963) *Standards for drinking water*. 2° edición. Organización Mundial de la Salud: 14-37.
Organización Mundial de la Salud (OMS) (1993) *Guidelines for drinking water quality*. Revision of the 1984 guidelines. Final task group meeting, Geneva, 21-25 September 1992.
Sayago, J.M. 1995. "The argentine neotropical loess: An overview". *Quaternary Science Reviews*. Vol 14: 755-766.
SI.PRO.SA (1981/82, 1986) Dirección General de Saneamiento Ambiental de Tucumán. "Investigación de la presencia de arsénico en el agua para consumo humano" (inédito).
Tineo, A.; ; Falcón, C; García J; D´Urso, C. ; Galindo, G. y Rodríguez, G. (1998) "Hidrogeología". En: Gianfrancisco, M; Puchulu, M.E; Durango de Cabrera, J y Aceñolaza, G. (Eds) *Geología de Tucumán*. Public. Esp. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas. Tucumán: 259 – 274.
Tineo, A.; Fernández, M.M.; Fernández, R.; Guerrero, C.y De la Vega, E. (1984) "Hidrogeología". En: Aceñolaza, F., Toselli, A. y Bossi, G. (Eds) *Geología de Tucumán*. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas. Tucumán.
Wiesner, M; Characklis, G y Brejchová, D (1998) "Metals and colloids in urban runoff". En Allen, H; Garrison, A y Luther III, G (Eds) *Metals in surface waters*. Ann Arbor Press. USA.

Descripción	Cr (µg/L)	Mn (µg/L)	Fe (µg/L)	Cd (µg/L)	Cu (µg/L)	Pb (µg/L)	As (µg/L)	Profundidad (m)
El Bracho	0,9	9,8	80	0,2	15,3	6,4	6	103
Mancopa	2,0	0,7	24	nd	8,0	nd	5	107
Esc. El Cortaderal	1,7	0,4	34	nd	5,0	3,3	17	93
Flia Suárez	2,9	1,2	26	nd	3,4	1,5	9	180
Esc Reg. 19	0,8	3,4	28	nd	6,6	nd	17	163
Romera Pozo	1,1	1,9	60	nd	4,7	6,1	14	80
Mixta	4,8	1,1	14	nd	5,1	nd	5	104
Las Tusquitas	0,8	3,9	73	nd	3,6	1,6	5	87
Cañada de Viclos	0,4	0,3	33	nd	nd	nd	6	87
Cañada de Viclos	3,8	0,7	37	0,2	4,6	nd	5	123
El Mojón	3,5	2,6	9	nd	5,0	nd	5	180
Las Palmitas	3,8	1,8	12	nd	4,5	nd	12	127
Las 4 esquinas	3,9	0,6	66	nd	3,1	nd	7	180
Los Puestos	4,0	0,4	83	nd	3,3	nd	11	104
Monte Bello	1,4	0,3	15	nd	6,9	nd	2	-
San Felipe	4,0	2,1	9	nd	7,1	nd	3	104
García Fernández	0,7	0,3	22	nd	nd	nd	10	121
Los Sueldos	nd	1,8	10	nd	12,2	nd	nd	-
Las Mercedes	2,8	1,6	19	nd	5,9	nd	9	140
Los Quemados	1,8	0,6	34	nd	4,8	nd	11	85
Nueva España	2,8	6,7	21	0,7	4,8	nd	14	140
Los Gómez	3,5	1,4	69	0,2	4,6	nd	37	100
Los Romano	0,3	65,5	1	nd	4,0	nd	43	-
El Empalme	0,5	nd	-	nd	6,2	nd	11	120
Agua Dulce	3,6	nd	-	nd	8,4	nd	12	110
Orán	0,5	nd	-	nd	4,2	nd	25	140
Tusca Pozo	0,8	5,6	-	nd	3,2	nd	17	102

Tabla 1: contenido de metales pesados y profundidad de los pozos muestreados. (nd) no detecta; (-) sin determinación

TEXTO 4

Panigatti, M. C., Griffa, C. & Boglione, R. (2000) "Evaluación de los niveles de contaminación en aguas subterráneas de la ciudad de Rafaela, Santa Fe", en Farías, H., Pilán, M., Borsellino, M., Pece, F., Storniolo, A. & Mattar, M. (eds.) *Uso y preservación de los recursos hídricos den los umbrales del siglo XXI. Memorias del XVIII congreso nacional de agua.* Santiago del Estero: Instituto de Recursos Hídricos, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, CD-Rom.

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIUDAD DE RAFAELA, SANTA FE.

Ma. Cecilia Panigatti, Carina Griffa y Roxana Boglione
Facultad Regional Rafaela. Universidad Tecnológica Nacional.
Bv. Roca y Artigas (2300) Rafaela. Pcia. de Santa Fe. Argentina.
T.E. (03492) 43-2702. E-mail: cpanigatti@impsat1.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo muestra el relevamiento realizado en aguas de pozo en la ciudad de Rafaela (Santa Fe). Si bien la ciudad cuenta con una extensa red de agua potable, aún existen zonas donde no se cuenta con este servicio y en la mayoría de los casos el agua es utilizada para consumo humano, desconociendo su potabilidad. Se realizaron muestreos en distintos sectores, uno de los cuales corresponde a una zona industrial. Este estudio comenzó a mediados de 1999, como consecuencia de la inquietud de numerosas personas por conocer la calidad del agua que consumen y tiene continuidad. A partir de las muestras analizadas hasta el momento se verificó la contaminación de las aguas subterráneas principalmente en las zonas industriales como consecuencia de las actividades humanas. En cuanto a los parámetros bacteriológicos la no potabilidad de las muestras se debió fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas, no encontrándose contaminación de tipo fecal.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha incrementado la preocupación por el medio ambiente, existiendo actualmente un creciente interés por dar respuesta a esta transformación del medio y procurando disminuir el impacto ambiental generado por el aumento de contaminantes vertidos a la biosfera (Sheehan, et al. 1984). En tal sentido, y siendo el agua de vital importancia para las necesidades básicas del hombre, resulta indispensable conocer sus características tanto fisicoquímicas como microbiológicas, para evaluar su calidad y detectar sus posibles fuentes de contaminación. La influencia negativa de determinadas acciones humanas, utilización de tecnología y procesos, ha provocado que el estado natural del agua se esté deteriorado gravemente.

OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es evaluar la calidad actual de las aguas subterráneas en la ciudad de Rafaela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestrearon 25 sitios ubicados en 4 zonas distintas de la ciudad, correspondiendo una de ellas a la zona industrial y las tres restantes a barrios residenciales (Figura 1).

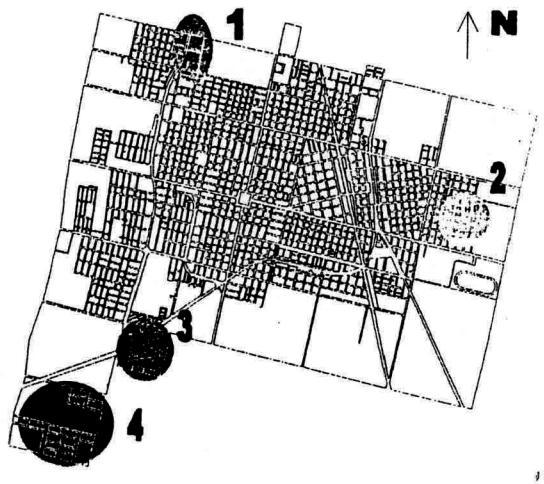


Figura 1. Plano de la Ciudad de Rafaela, con la ubicación de las distintas zonas analizadas: 1- Parque Industrial, 2- Barrio Belgrano, 3- Barrio Brigadier López y 4- Barrio Villa Aero Club.

La metodología utilizada para la toma de muestra corresponde a la APHA (Standard Methods, 17 Ed.). En cada uno de los puntos se analizaron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos indicadores de la calidad del agua. Respecto a las determinaciones físico-químicas se realizaron las siguientes: pH (Método Electrométrico), Sólidos Totales (Evaporación y secado en estufa a 105 °C), Dureza Total (Titulación con EDTA), Calcio (Titulación con EDTA), Magnesio (Cálculo por diferencia entre Dureza y Ca), Alcalinidad Total (Titulación ácido-base), Cloruro (Titulación argentométrica), Sulfato (Turbidimetría), Arsénico (Colorimétrico semicuantitativo), Nitrito (Método colorimétrico con α-naftil amina), Nitrato (Método potenciométrico con electrodo selectivo), Amonio (Método de Nessler), Cromo (Método colorimétrico con difenilcarbazida).

Para el análisis bacteriológico se realizaron las siguientes determinaciones: Recuento de bacterias aerobias mesófilas en agar nutritivo (37 °C - 8 hs), por siembra en profundidad. Bacterias coliformes totales, se determinó el NMP/100 ml (37 °C - 48 hs) en caldo Mc Conkey. Bacterias coliformes fecales, se determinó el NMP/100 ml por fermentación en tubos múltiples en caldo Mc Conkey (44,5 °C – 24 hs). Escherichia coli, por aislamiento en agar EMB con identificación IMVIC. Para aislamiento de Pseudomonas aeruginosa se partió de los tubos Mc Conkey utilizados en la determinación de coliformes. Aquellos que desarrollaron un halo turbio en la superficie de dichos tubos se aislaron en agar cetrimida.

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

En la Figura 2 se observan los porcentajes de aptitud de las muestras de agua, considerando los límites fijados por el Código Alimentario Argentino (CAA), Res N°494/94 para Agua Potable de uso domiciliario.

Figura 2. Resultados generales de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos efectuados en muestras de aguas subterráneas.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, en la Tabla 1 se resumen los valores promedios, mínimo y máximo obtenidos. Todas las muestras cumplen con los límites de pH, Dureza Total, calcio, magnesio, nitrito, amonio y arsénico. De las muestras analizadas el 65 % no cumplen con el límite establecido para Sólidos Totales, el 35 % no cumple con sulfato, mientras el 15 % se encuentran fuera del límite de nitrato y también de cloruro, además el 10 % no cumple con cromo. De las muestras no aptas el 38 % superan sólo el valor límite establecido para sólidos totales, el 31 % no cumple con sólidos totales y sulfato y el 31 % restante no cumple con la mayoría de los parámetros antes detallados. Los niveles salinos obtenidos (por encima de los límites aconsejados) podrían atribuirse a la época de sequía en que fueron tomadas las muestras, con su consecuente aumento de contenidos de sales. El 31 % que no cumple con la mayoría de los parámetros corresponde a muestras de la zona industrial verificando la contaminación como consecuencia de la actividad humana.

Respecto a la Alcalinidad Total, no existen límites establecidos por el CAA, pero teniendo en cuenta la Norma de Calidad de Agua potable, Ley N° 11220, todas las muestras se encuentran por encima del límite recomendado (200 mg . l^{-1} $CaCO_3$).

Los resultados obtenidos del análisis bacteriológico se resumen en la Tabla 2. Se observa que la no potabilidad de las muestras se debe fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas. En ningún caso se encontró la presencia de bacterias Coliformes fecales y Escherichia coli, por lo que se puede deducir que en las muestras analizadas no hay contaminación de tipo fecal.

El recuento heterótrofo de placa es un indicador del contenido bacteriano total del agua, aunque no todos los microorganismos presentes en ella desarrollen. La Pseudomona aeruginosa crece en cualquier ambiente, con requerimiento nutricionales mínimos, desarrollandose hasta 42 °C y en ambientes húmedos. Debido a estas condiciones, pero contrariamente a lo que exige el CAA, es frecuente encontrar su presencia en el agua. Si bien el 50 % de las muestras analizadas es bacteriológicamente apta, no significa que todas sean microbiológicamente aptas por lo que para completar el estudio seria necesario realizar análisis parasitológicos complementarios.

Tabla 1. Resumen de los parámetros Físico – químicos

Parámetro	Media	Mínimo	Máximo
pH	7,7	7,0	8,4
Sól. Totales (mg . l^{-1})	1777,3	1339	3180
Dureza ($CaCO_3$ mg . l^{-1})	139,7	57,0	300,8
Calcio (Ca^{2+} mg . l^{-1})	26,2	14,0	51,5
Magnesio (Mg^{2+} mg . l^{-1})	16,5	5,4	41,4
Alc. Total ($CaCO_3$ mg . l^{-1})	674,0	501,1	802,7
Bicarbonato (HCO_3 mg . l^{-1})	816,9	611,3	979,3
Cloruro (Cl^- mg . l^{-1})	217,2	46,2	610,8
Sulfato (SO_4^{2-} mg . l^{-1})	365,2	150,5	973,6
Nitrito (NO_2^- mg . l^{-1})		< 0,005	0, 085
Nitrato (NO_3^- mg . l^{-1})	31,4	5,0	170,1
Amonio (NH_4^+ mg . l^{-1})		< 0,05	0,20
Arsénico (As mg . l^{-1})		< 0,05	0,05
Cromo (Cr mg . l^{-1})		< 0,05	1,35

Tabla 2. Resultados de los análisis bacteriológicos en muestras de aguas subterráneas

	% Apta	% No Apta
Bact. Mesófilas Totales	65	35
Coliformes Totales	90	10
Coliformes Fecales	100	0
Escherichia coli	100	0
Pseudomonas	75	25

En la Tabla 3, se presentan las medias de los parámetros fisicoquímicos de la zona industrial y de las zonas residenciales. Como se puede observar, los valores promedios de sólidos totales en la zona industrial son mayores que los correspondientes a las zonas residenciales. Esto se podría deber a que las sales inorgánicas representan uno de los principales componentes de muchos efluentes industriales (Stoker y Seager, 1994), los cuales pasan a través del suelo contaminando posteriormente las aguas subterráneas. Asimismo, se puede observar que tanto los valores de nitrato como los de cromo son significativamente superiores en la zona industrial. Las muestras que contienen cromo corresponden a industrias que utilizan dicho elemento en su proceso. Ambos contaminantes inorgánicos son muy problemáticos por su movilidad y su estabilidad en aguas de pozo, siendo por tanto muy difícil su eliminación de las napas.

Tabla 3: Comparación de los resultados físico-químicos de la zona industrial y las zonas residenciales.

Parámetro	Media (Zona Industrial)	Media (Zonas Residenciales)
pH	7,5	7,6
Sól. Totales ($mg.l^{-1}$)	2153,8	1591,4
Dureza ($CaCO_3$ $mg.l^{-1}$)	198,4	106,3
Calcio (Ca^{2+} $mg.l^{-1}$)	37,4	20.9
Magnesio (Mg^{2+} $mg.l^{-1}$)	25,5	11,8
Alcalinidad Total ($CaCO_3$ $mg.l^{-1}$)	574,6	709,2
Bicarbonato (HCO_3^- $mg.l^{-1}$)	701,1	857,3
Cloruro (Cl^- $mg.l^{-1}$)	348,6	152,0
Sulfato (SO_4^{2-} $mg.l^{-1}$)	513,4	296,0
Nitrito (NO_2^- $mg.l^{-1}$)	0.02	0,01
Nitrato (NO_3^- $mg.l^{-1}$)	55,5	16,5
Amonio (NH_4^+ $mg.l^{-1}$)	0.07	0,04
Arsénico ((As $mg.l^{-1}$)	< 0.05	0,03
Cromo (Cr $mg.l^{-1}$)	0.29	< 0,05

En cuanto a los parámetros microbiológicos, no hay diferencia entre la zona industrial y las zonas residenciales.

El presente trabajo se comenzó en 1999 y tiene continuidad, por lo que los resultados presentados son resultados parciales del estudio planteado.

CONCLUSIONES

En general, los parámetros fisicoquímicos obtenidos en las muestras subterráneas analizadas, no son preocupantes, salvo en los casos donde existen elevados contenidos de nitrato y cromo. Se verificó la contaminación de las aguas subterráneas en las zonas industriales, como consecuencia de la actividad del hombre. En cuanto a los parámetros bacteriológicos la no potabilidad de las muestras se debió fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas, no encontrándose contaminación de tipo fecal.

REFERENCIAS

APHA (1989). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 17th Edition. American Public Health Assoc., N. York.

TEXTO 5

Margalef, Ramón (1983) "Contaminación o polución de los cursos de agua" (capítulo 16, 763-768) y "Ecosistemas forzados" (capítulo 18, 831-834, 849-867), en *Limnología.* Barcelona: Omega.

Limnología

RAMÓN MARGALEF

Catedrático de Ecología
de la Universidad de Barcelona

Universidad Nacional de Gral. Sarmiento
Unidad de Bibliotecas y Documentación

Ediciones Omega, S. A. / Platón, 26 / Barcelona-6

Tabla 16-9
(Continuación)

	Polisaprobios	Mesosaprobios	Oligosaprobios
Insectos	*Chironomus thummi* *Eristalis tenax* *Prodiamesa olivacea* *Psychoda sp.*	*Stratiomys chamaeleon* *Corynoneura ceteripes* *Psectrotanypus hifascipennis* *Macropelopia* *Sialis lutaria* *Simulium* *Baetis rhodani* *Leuctra fusca* *Metriocnemus knabi* *Pentaneura monilis* *Culex* *Laccophilus* *Nepa cinerea* *Notonecta glauca* *Ranatra linearis* *Gomphus* *Phryganea*	*Ephemerella* *Ecdyonurus* *Rhithrogena* *Hydropsyche* *Nemoura marginata* *Perla bipunctata* *Ephemera vulgata* *Cloeon*
Moluscos		*Lymnaea stagnalis* *Sphaerium corneum* *Radix ovata* *Coretus corneus* *Bithynia tentaculata*	*Ancylus fluviatilis* *Margaritana margaritifera* *Sphaerium sp.* *Valvata*
Peces		*Phoxinus* *Barbus*	*Salmo trutta*

zable. También influye considerablemente sobre las vías de descomposición y sus resultados, el grado de limpieza del cauce, es decir, si es completamente abierto o bien si los troncos y ramas caídos determinan una sucesión de pequeñas retenciones. La procedencia del material y si ya había experimentado cierta transformación en el suelo es asimismo importante. En general, cualquier retardo o embalse, por pequeño que sea, hace disminuir la materia orgánica disuelta y en partículas muy finas.

No hay estimas apropiadas de la aportación de materia orgánica que se recibe de tierra, pero se puede suponer que es proporcional a la extensión de la orilla, por lo tanto, referida a superficie de agua, ha de ser más importante en los afluentes de orden bajo que en los ríos más anchos e importantes. De hecho, los afluentes de las cabeceras, de orden bajo, contienen más carbono orgánico particulado y menos carbono orgánico disuelto que los ríos principales de orden más elevado; y esto puede ser válido también para los ríos tropicales (tabla 16-8), pero no se sabe cómo se comportan los ríos temporales de regiones áridas. Numerosos insectos terrestres van a parar a los ríos, donde se ahogan, pudiendo contribuir hasta 10-40 g peso seco por m^2 y año. La entrada de toda esta materia orgánica es más o menos irregular.

Todos estos procesos de descomposición implican una flora variada, con muchos hifomicetes y bacterias. El estudio bacteriológico se ha orientado a los ríos contaminados y hay menos datos sobre la importancia de la flora bacteriana en ríos poco afectados por la actividad humana. En arroyos cerca de Schlitz, Alemania, se cuentan entre uno y tres millones de bacterias por ml [231]. El examen de las superficies sumergidas por medio del microscopio electrónico de barrido está proporcionando censos de la densidad de bacterias en el pecton.

El carácter heterotrófico de los cursos de agua llega al límite bajo el efecto de la civilización. Los ríos han atraído siempre al hombre, proporcionan el agua necesaria y constituyen un medio para evacuar fácilmente los residuos. Las prácticas agrícolas, las talas y la erosión, contribuyen a aumentar la carga orgánica del río. La civilización industrial ha conducido a formas peculiares de contaminación, con moléculas orgánicas o inorgánicas de distintos tipos, pero tales que jamás estuvieron presentes en las aguas naturales en dosis y frecuencias apropiadas para canalizar la evolución.

Contaminación o polución de los cursos de agua

Contaminación o polución es un término más jurídico que limnológico, pues significa solamente que un recurso ha cambiado de tal modo que ya no es utilizable, o bien su valor ha disminuido. Cambia con las actitudes, las costumbres, los conocimientos y las modas. Antes, las aguas minerales anunciaban su radiactividad en las correspondientes etiquetas de las botellas; ahora tienden a silenciarlo discretamente. Pero la idea tradicional de polución orgánica, puntiforme, consistente en la descarga de un material orgánico oxidable en un río, ha ayudado al desarrollo de ciertos aspectos de la ciencia limnológica.

Las enseñanzas derivan del análisis de cualquier ejemplo concreto de contaminación en un río (fig. 16-28). Evidentemente, tanto la marcha del proceso como la ordenación en el espacio de comunidades «saprobias» a que da lugar, dependen del aporte de material orgánico, que se puede expresar como la demanda de oxígeno, o, de manera más definitiva, por la cantidad total de oxígeno que requiere su oxidación. Generalmente es la velocidad de entrada de oxígeno, la aireación del río, lo que define la velocidad de descomposición; pero, naturalmente, también intervienen la temperatura, las disponibilidades de organismos y la superficie relativa de substrato disponible para la colonización por el bentos [249]. Desde el punto de vista práctico, para medidas de control y vigilancia, se ha tratado de seguir la recuperación de un curso de agua después de un episodio de contaminación orgánica, no sólo a través de los cambios químicos y bioquímicos, sino también con referencia a las comunidades de organismos, considerándolas como indicadoras del grado de polución [134, 144, 205, 348].

Es más fácil y rápido determinar la cantidad de materia orgánica oxidable presente en un agua que hacer un censo de los organismos presentes, e interpretar el significado de la lista a través de lo que se sabe de la biología de las especies presentes. El uso de organismos indicadores puede quedar en simple satisfacción intelectual, pero

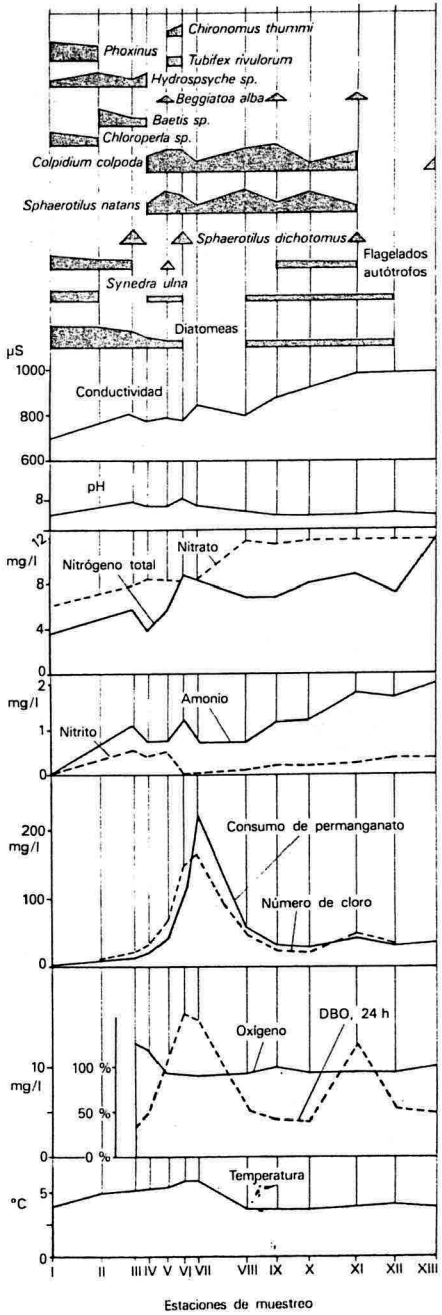


Figura 16-28 *Perfil a lo largo del Liesingbach, un afluente del Danubio, en Austria, sobre un trayecto de 20 km. Distribución de algunos organismos, grupos de organismos y variables ambientales. En el tramo de las estaciones IV a VI, el agua se contamina y cambian completamente las características del ecosistema. Datos obtenidos el 13 y 14 de diciembre de 1950, por R. Liepolt* (Beiträge zur Biologie der Wienerwaldbäche, *Wien, págs. 64 102, 1953).*

tiene una tradición antigua [134]. Refiere Ratsimamanga [279] que, en el sur de Madagascar, cuando una persona de unos 50 años, obesa, que orina con frecuencia y padece dolor de cabeza, cree que debe hacerse un «chequeo», el curandero o brujo de turno, con tiempo seco, la lleva a un lugar donde hay un árbol y un hormiguero y allí, con cierto ritual de acompañamiento, el enfermo orina en medio de las hormigas. Si las hormigas acuden a la orina, el brujo recomienda al enfermo ciertos medicamentos y, además, que deje de comer féculas. En este caso las hormigas hacen de indicadores biológicos a falta de un sencillo laboratorio de análisis clínicos.

En el estudio de la contaminación, el uso de indicadores biológicos se justifica cuando el factor o agente que se desea medir no es asequible, como ocurre cuando pertenece al pasado. La paleolimnología hace mucho uso de organismos indicadores. La composición de una comunidad de organismos no refleja condiciones instantáneas, sino la integración de las características del ambiente sobre cierto tiempo, y por esto revela factores que operan de vez en cuando y así escapan fácilmente a un análisis y aun a análisis repetidos. Muchas poluciones de origen industrial son característicamente discontinuas y los indicadores biológicos permiten superar la estrategia de los contaminadores, cuando adoptan para sus descargas un ritmo no coincidente con el de los recolectores de muestras para análisis.

Puesto que no existe un denominador común de lo que llamamos polución, las consecuencias de la erosión, del uso de herbicidas, de la acumulación lenta de tóxicos, sumadas a la simple contaminación orgánica, se reflejan mejor en las características de todo el ecosistema sometido a tensión (capítulo 18) que no en unos pocos parámetros, no siempre bien escogidos. Esto explica el éxito y la supervivencia de caracterizar el grado de contaminación de un agua por la presencia de determinados organismos característicos o indicadores (tabla 16-9). Ordinariamente, el agua de cloaca es de composición bastante equilibrada, en lo que se refiere a concentración de azúcares, compuestos de nitrógeno, vitaminas, etcétera, pero las contaminaciones procedentes de industrias pueden estar particularmente recargadas en algunos componentes; todo esto se refleja en las comunidades, y un conocimiento adecuado de éstas, apoyado si es posible por los correspondientes análisis químicos, permite detectar lo que ocurre y anticipar desarrollos secundarios de organismos saprobios, si aguas abajo se hacen asequibles los elementos limitantes.

La distinción habitual se establece entre comunidades polisaprobias, mesosaprobias y oligosaprobias, tal como figura en la tabla 16-9. Algunos autores aceptan otra zona para DBO_5 por encima de 100 mg O_2 l^{-1}, con el nombre de eusaprobios, ultrasaprobios o hipersaprobios, que corresponde a lo que otros llaman la facies coprozoica, donde sólo hay organismos sin clorofila. Es usual la subdivisión de las otras zonas en subzonas, designadas por letras griegas. Esta división es más generalmente seguida para la zona de los mesosaprobios, donde ordinariamente se hacen dos divisiones, alfa y beta, la primera de carácter más saprobio. Fjerdingstad [106, 107] propone tres grupos, que llama de los saprobiontes, saprófilos y saproxenos, respectivamente, adoptando sufijos muy generalizados en ecología (compárense con los troglobiontes, troglófilos y trogloxenos, con referencia a la fauna de las cavernas) y basándose en la hipótesis de que hay una distinta tolerancia de las especies y no una adaptación rigurosa de las mismas a condiciones especificadas. Los saprobiontes resistirían aguas muy polutas y requerirían cierta nutrición orgánica mínima, los saprófilos están generalmente presentes en aguas polutas, pero son más o menos indiferentes y se encuentran asimismo en otros medios y los saproxenos faltan generalmente en medios polutos. A este conjunto de organismos se oponen los saprófobos, que vienen a ser los catarobios o xenosaprobios de otras clasificaciones. En el fondo, la distribución de Fjerdingstad no difiere mucho del sistema clásico de los saprobios, pero se dan listas (tabla 18-6), principalmente para complementar la tabla anterior con la notable experiencia del autor mencionado.

El uso de organismos indicadores presupone, en primer lugar, una identificación correcta de las especies, que no puede darse por supuesta. En listas preparadas de rutina por técnicos, suele haber un elevado tanto por ciento de determinaciones erróneas. Para los organismos cosmopolitas, como procariotas y muchas algas, el sistema de los saprobios tiene valor mundial; pero la consideración de los animales introduce problemas de biogeografía y no siempre las distintas especies de un género son equivalentes en su tolerancia a la polución. Sobre la lista final de los organismos presentes, con su representación y su posición en el sistema de los saprobios, se pueden calcular índices que dan la posición media del conjunto en una escala de saprobicidad. Estos datos se suelen comparar con información sobre la química del agua, por lo menos la DBO_5 y el consumo de permanganato. Los resultados se pueden expresar en cartogramas, coloreando los distintos segmentos de los ríos según colores convencionales: azul, verde, amarillo y rojo, respectivamente, para las zonas xenosaprobias, oligosaprobias, mesosaprobias y polisaprobias.

Más sugerente y útil es la aplicación de principios generales de la limnología a la consideración de los segmentos impurificados de un río [178].

En un río contaminado, la estructura normal vertical de un ecosistema acuático (capítulo 14) está exagerada, y deformada porque el gradiente máximo se hace aproximadamente horizontal. El sistema de transporte mantiene la segregación en zonas. El sistema fluvial, por la extensa superficie de contacto con la atmósfera y por la mezcla de los distintos elementos que reaccionan dentro del agua, está particularmente preadaptado a una descomposición relativamente rápida —y en términos ecológicos, poco eficiente— de la materia orgánica que se introduce en él. La disponibilidad de luz en todas las etapas del proceso es otro factor importante, pues permite el desarrollo de autótrofos, que aceleran el proceso, tan pronto como el potencial de reducción y oxidación consiente la respiración de los vegetales.

La carga orgánica en un punto determinado se expresa generalmente por la demanda bioquímica de oxígeno a 5 días, o por la cantidad de materiales oxidables por permanganato en caliente y solución ácida. Hay que tener en cuenta que el permanganato se descompone también por la presencia de compuestos nitrosos, ferrosos, de sulfhídrico y aun de cloruros, de manera que puede dar a veces valores exagerados; pero, por otra parte, no indica la presencia de materia orgánica más resistente a la oxidación, que hay que descomponer y determinar con mezcla sulfocrómica, en aparato de reflujo.

Un valor de DBO_5 de más de 10 mg O_2 l^{-1} rebasa la máxima cantidad de oxígeno que puede haber disuelto en el agua y representa una situación de tensión. La concentración y el gradiente a lo largo del río será función de la dilución del aporte contaminado en el río, del flujo y de la reaireación (pág. 721). Vertidos domésticos pueden tener una DBO_5 de 300 a 500 mg O_2 l^{-1}, residuos de la industria agrícola, 800-3000 mg l^{-1}, fangos densos cargados de materia orgánica hasta 12-15 g l^{-1} [93]. Es costumbre expresar la cantidad total de un vertido en términos de DBO_5. La materia orgánica medida por el método del permanganato es de una a cuatro veces superior a la DBO_5. La relación es más pequeña en la zona polisaprobia, donde una mayor proporción de la materia orgánica aportada es fácilmente putrescible y oxidable, y aumenta paulatinamente hacia la zona de los oligosaprobios, donde la materia más oxidable ya ha sido oxidada, y queda una mayor proporción de material más resistente. Análogas relaciones se observan cuando se compara la materia orgánica total determinada por oxidación con ácido sulfúrico y crómico, y aquí aun más, pues hay aguas que dan una elevada concentración de materia orgánica con esta técnica y, sin embargo, tienen una demanda bioquímica de oxígeno relativamente baja, como son, por ejemplo, las aguas amarillentas de turberas y de ríos tropicales. Si el carbono que no se oxida inmediatamente se llama carbono refractario, se puede escribir, aproximadamente

$$\text{carbono orgánico refractario} = \text{carbono orgánico total} - (DBO_5/2{,}5)$$

Sería correcto determinar separadamente la materia orgánica disuelta y la que está en forma de partículas en suspensión, empleando para separar una y otra un filtro de características normalizadas. Pero en los análisis de rutina de ríos impurificados esto no suele hacerse, aunque sí suele darse la cantidad total de sólidos en suspensión, orgánicos e inorgánicos. Las comparaciones pueden establecerse fácilmente con la DBO, si se tiene en cuenta que la oxidación de 1 g de materia orgánica seca requiere aproximadamente 1 g de oxígeno. Hay que recordar la contribución del oxígeno del sulfato y del nitrato a la oxidación de la materia orgánica.

Las expresiones cuantitativas propuestas [100, 262,

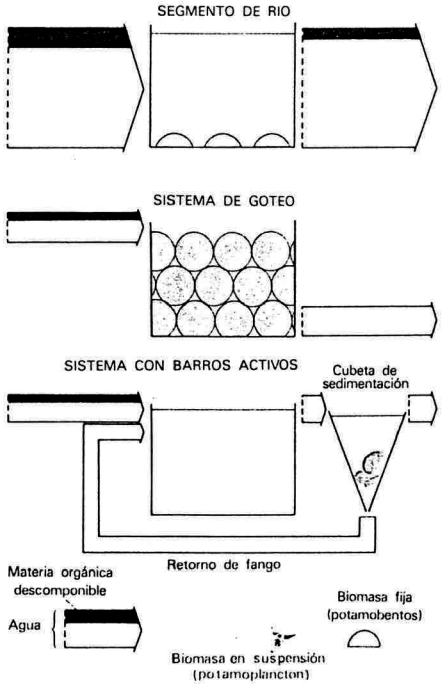


Figura 16-29 *Distribución comparada de la carga orgánica y de la biomasa en un río natural y en instalaciones de depuración. Imitado de Uhlmann* [351].

[351] no se pueden aceptar más que como aproximaciones por el gran número de factores incidentes, o bien son fórmulas de interpolación empíricas, válidas solamente para una situación experimental determinada. Las siguientes consideraciones pueden servir de puntos de partida: La demanda bioquímica total (no por litro) de oxígeno, en un punto x del cauce, depende de los aportes de materia orgánica en los puntos a b, ... i ... x del propio cauce, según una expresión

$$(\mathrm{DBO})_x = \sum_{i=1} (\mathrm{DBO})_i e^{-k(x-i)}$$

La DBO_5 referida a un litro de agua ha de tener en cuenta los volúmenes de agua aportados de a a x. Pero k es proporcional a la entrada de oxígeno atmosférico (reaireación), a la temperatura y a los organismos presentes. Estos organismos influyen principalmente de dos maneras: es muy distinto que se trate de organismos en suspensión (potamoplancton) o de organismos fijos en el fondo. Los últimos acumulan localmente biomasa y presentan una gran superficie de interacción con el agua poluta. Por esto, en las instalaciones de depuración se usan comunidades fijas en escorias o guijarros sobre los que cae el agua, lo que, además, facilita el aporte de oxígeno, y en la técnica de los barros activados (fig. 16-29), una parte del sedimento, que incluye muchos organismos, se retorna a las primeras fases del proceso para proporcionar una biomasa activa suficiente [351, 388]. La actividad peculiar de los distintos grupos de organismos es diversa, siendo especialmente de mencionar la de los fotoautótrofos, que proporcionan oxígeno suplementario y permiten acelerar los procesos de oxidación de la materia orgánica. La cantidad de oxígeno usado entre i y x será proporcional a

$$(\mathrm{DBO})_i (1 - e^{-k(x-i)})$$

y la cantidad de oxígeno ingresado en el mismo espacio será proporcional al coeficiente de aireación multiplicado por la superficie del río

$$[\text{anchura} \times (x - i)]$$

más la posible actividad de los vegetales (producción primaria neta total). La entrada de oxígeno en superficie, generalmente entre 0,5 y 5 g O_2 m^{-2} h^{-1}, es proporcional al déficit de oxigenación, o sea a la DBO, con un factor de proporcionalidad F, función de la agitación del río [331], y de su profundidad.

La formulación más simple (págs. 721, 855) es

$$d[O_2]/d(x/V) = (\text{producción primaria} + k_1[O_{2at}] - (k_1 + k_2)[O_2]$$

que conduce a comparar un río contaminado con un quemostato. El consumo de oxígeno es una función más estrictamente dependiente de la cantidad de oxígeno disponible que no lo es la entrada de oxígeno en el sistema, en otras palabras, la salida tiene correlación más alta con el contenido que la entrada, de manera que el conjunto del sistema manifiesta regulación.

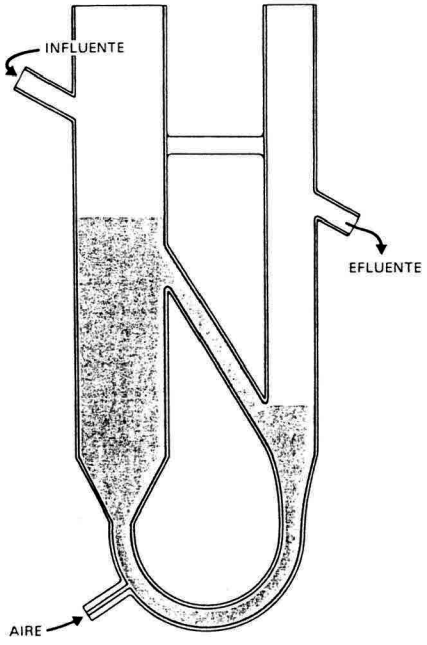


Figura 16-30 *Modelo de laboratorio que incorpora las características esenciales de un sistema de depuración con barros activados: oxigenación, flujo continuo y retorno de una parte del material que equivale a una turbulencia. Imitado de Swisher.*

Comunidades

En la zona de los polisaprobios hay una elevada representación de anaerobios. Un potencial redox muy bajo hace imposible la respiración a grupos enteros de organismos, incluyendo productores primarios. En las situaciones más anóxicas hay muchas bacterias reductoras de sulfato, incluso productores de metano, flagelados incoloros, especialmente en aguas fecales, como *Bodo* y *Cercobodo*, algunos ciliados [325] y *Sphaerotilus*, que aumenta rápidamente a partir de este punto, uniéndosele hongos, como *Fusarium* y *Mucor*, así como organismos que oxidan el sulfhídrico *(Beggiatoa, Thiothrix)* y unos pocos organismos verdes *(Euglena, Oscillatoria)*. Apenas hay diatomeas, o sólo *Nitzschia* del grupo *palea*, generalmente un poco más abajo de las condiciones anóxicas. Hay un número considerable de ciliados y nemátodos que resisten situaciones prácticamente anóxicas, así como algún rotífero *(Rotaria)*. De entre los insectos, sólo las larvas que respiran aire atmosférico se encuentran en esta zona (psicódidos, *Eristalis* [=*Eristalomyia*], *Lathyrophthalmus)*.

Al pasar a la de mesosaprobios aumenta la proporción de animales con hemoglobina, como los *Tubifex* y las larvas de *Chironomus*. Los organismos autótrofos inician su desarrollo masivo con tapices de cianofíceas y copos de algas verdes, como *Stigeoclonium*, muy resistente al sulfhídrico, y del que se han descrito formas incoloras y heterótrofas *(Saprochaete)*, formas de *Ulothrix* y de *Chlorella*. Esta zona es de intensa oxigenación y pronto queda invadida por *Cladophora glomerata* con las especies más resistentes de su cortejo habitual *(Cocconeis placentula, Rhoicosphenia curvata, Diatoma vulgare, Lyngbya kuetzingii)* y formas ramificadas, más escasas, de *Sphaerotilus*. Las piedras y el fondo pueden estar revestidos por tapices resbaladizos y oscuros de *Phormidium (Javosum, subfuscum*, etc.).

Aguas abajo, en la zona de los oligosaprobios, la producción de las algas disminuye y la variedad de sus comunidades aumenta. La dominancia pasa a las comunidades «normales» de los respectivos ríos; retorna la precipitación de carbonato cálcico que quedó inhibida por la elevada tensión de CO_2 en las zonas más impurificadas. La descomposición de la materia orgánica ha enriquecido al agua de sales de las que el agua no se desembaraza, y ello explica la posible presencia de elementos más o menos halófilos entre los oligosaprobios, como *Cyclotella meneghiniana, Thalassiosira weissflogii, Nitzschia hungarica,*

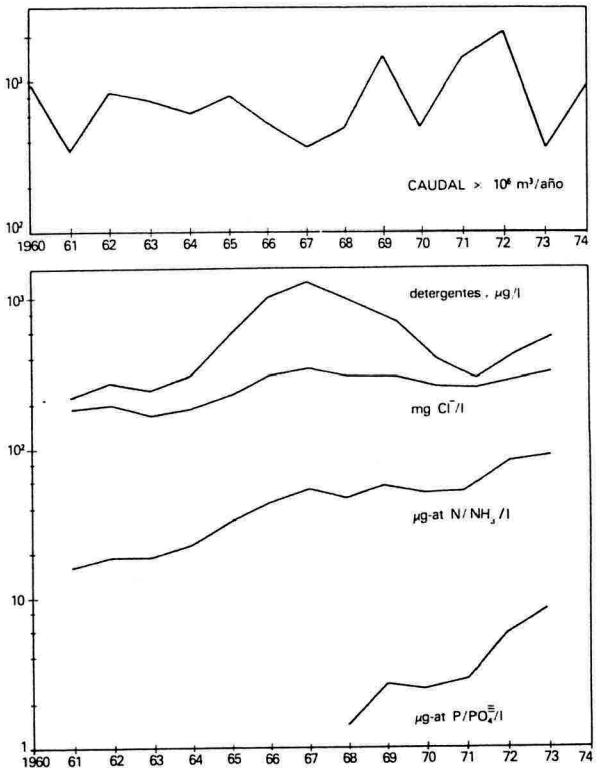


Figura 16-31 *Composición del agua del Llobregat, en Barcelona, entre 1961 y 1973, según datos de Cantó* et al. [46].

Figura 16-32 *Río Daube, en Ecuador, marzo de 1979. El ecosistema de este río, considerablemente desviado respecto al promedio de las aguas corrientes mundiales, refleja la composición química especial de sus aguas.*

Cylindrotheca, Nitzschia lorenziana, Bacillaria.

Los animales que respiran oxígeno disuelto en el agua son, naturalmente, muy sensibles a la contaminación. Los insectos con branquia de burbuja quedan excluidos de todas las aguas donde existe una demanda de oxígeno considerable. De manera que la distribución de los animales proporciona una escala para clasificar las formas más moderadas de contaminación. Los anfípodos suelen ser relativamente tolerantes; los moluscos, especialmente los prosobranquios, como *Potamopyrgus* son más sensibles. Los plecópteros son mucho más sensibles al descenso del oxígeno disponible que los efemerópteros, y entre los plecópteros relativamente más resistentes se cuentan *Leuctra fusca* y *Amphinemura sulcicollis*. Los efemerópteros más comunes, se ordenan, de más a menos resistentes a la polución, según el orden *Baetis, Ephemerella, Ecdyonurus, Heptagenia, Rhithrogena*, y estos últimos son también muy sensibles al material en suspensión que llevan los ríos más o menos contaminados, material que, por otra parte, interfiere considerablemente con la vida de todas las comunidades, al depositarse sobre las piedras [130]. Las comunidades formadas por una mezcla, en proporciones semejantes, de autótrofos y heterótrofos, como son las típicamente mesosaprobias, muestran grandes fluctuaciones nictemerales en la concentración de oxígeno en el medio (Odum, 1956; Bartsch, 1960; Copeland y Davis, 1960) lo que actúa, a su vez, como factor de selección en la fauna acompañante e introduce las correspondientes complicaciones en cualquier modelo cuantitativo del proceso de autodepuración de un río.

La composición de los pigmentos vegetales se puede usar como un dato complementario en las estimas de la polución. La destrucción de los organismos y las condiciones de su descomposición en el agua contaminada conducen a una descomposición más rápida de la clorofila que de los carotinoides, de manera que el cociente D_{430}/D_{665} en material de ríos contaminados es muy alto. En ríos del Centro de España, estudiados por Nieto [253] (fig. 16-19), dicho índice vale entre 5,5 y 8,3 para el seston, y entre 15,0 y 32,5 para el sedimento de tramos muy contaminados, frente a valores, respectivamente, de 2,7 a 3,8 y de 2,6 a 4,8, para tramos de oligosaprobios a mesosaprobios. El valor del mismo índice puede ser aun más bajo (próximo a 2) en la vegetación de clorofíceas *(Cladophora)* que crecen activamente.

La diversidad de las comunidades de aguas polutas está rebajada, tanto por su activo dinamismo como por la exclusión de un gran número de organismos. Patrick (1949, 1954) y colaboradores (Allanson, 1961; Copeland, 1966) encuentran que en agua contaminada se rebaja la diversidad de toda la comunidad o de la taxocenosis formada por diatomeas. Kothé (1962) prefiere referirse a este hecho con la denominación de «déficit de especies» (Artenfehlbetrag), que caracterizaría las aguas contaminadas. Lo mismo se observa en comunidades de animales, y también para otras formas de contaminación, no simplemente orgánica, como son la térmica (Coutant, 1962) y la del petróleo (Rosenberg y Wiens, 1976).

En las aguas corrientes los procesos de contaminación y autodepuración tienen una manifestación en el espacio que hace su estudio particularmente instructivo. Se debe a la segregación de las condiciones de vida, corriente abajo, y a la expresión en el espacio de un proceso de sucesión. Pero la descomposición y el reciclado de la materia orgánica presenta aspectos semejantes en toda clase de sistemas (capítulo 18). Factores ambientales que han operado raramente y que no han sido internalizados por la evolución (metales pesados, plaguicidas, etc.) coinciden frecuentemente con la contaminación orgánica y complican la dinámica de los respectivos ecosistemas [46] (fig. 16-28).

Bibliografía

1 Adams, J., 1979. Wear of unsound pebbles in river headwaters. *Science*, 205: 171-172.
2 Aizaki, M., 1978. Seasonal changes in standing crop and production of periphyton in the Tamagawa river. *Jap. J. Ecol.*, 28: 125-134.
3 Allen, K. R.,1951. The Horokiwi stream. A stury of a trout population. *Fish. Bull. New Zeal.*, 10: 1-238.
4 Ambühl, H., 1960. Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 21: 133-264.
5 Ambühl, H., 1961. Die Strömung als physiologischer und ökologischer Faktor. Experimentelle Untersuchungen an Bachtieren. *Verh. intern. Verein Limnol.*, 14: 390-395.
6 Anderson, J. M. y A. Macfadyen (edits.), 1977. *The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes.* Blackwell Sci. Publ., Oxford, 474 págs.
7 Angelier, E., 1951. Le peuplement en Hydracariens des eaux courantes françaises et son origine. *Soc. Biogéogr., fasc. hors-série*, 67-74.
8 Backhaus, D., 1967-69. Ökologische Untersuchungen and den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. *Arch. Hydrobiol.*, suplem. 30: 364-399; suplem. 34: 24-73, 130-149, 251-320; suplem. 36: 1-26.
9 Backhaus, D., 1973. Fliesswasseralgen und ihre Verwendbarkeit als Bioindikatoren. *Verh. Gesellsch. f. Ökologie*, Saarbrucken, (1973): 149-168.
10 Backhaus, D. y A. Kemball, 1978. Gewässergüteverhältnisse und Phytoplanktonentwicklung im Hochrhein, Oberrhein und Necker. *Arch. Hydrobiol.*, 82: 166-206.
11 Barnes, J. R., R. Ovink y K. W. Cummins, 1978. Leaf litter processing in Gull Lake, Michigan. *Verh. intern. Verein Limnol.*, 20: 475-479.
12 Barton, D. R. y M. A. Lock, 1979. Numerical abundance and biomass of bacteria, algae and macrobenthos of a large Northern river, the Athabasca. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 64: 345-359.
13 Behre, K., 1961. Die Algenbesiedlung der Unterwesser. *Veröf. Inst. Meeresf. Bremerhaven*, 7: 71-263.
14 Béla, E., *et al.*, 1954. A Balatonba ömlö vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata. I. A. Pécselypatak. *Ann. Inst. Biol. Tihany, Hung. Acad. Sci.*, 22: 61-183.
15 Benedetto, L. A., 1976. Annual and diurnal periodicity of stonefly-drift at the arctic circle. *Limnologica*, Berlin, 11: 47-55.
16 Benfield, E. F., D. S. Jones y M. F. Patterson, 1977. Leaf pack processing in a pastureland stream. *Oikos*, 29: 99-103.
17 Benfield, E. F., R. W. Paul y J. R. Webster, 1979. Influence of exposure technique on leaf breakdown rates in streams. *Oikos*, 33: 386-391.
18 Bennin, E., 1926. Das Plankton der Waerthe in dem Jahren 1920-24. *Arch. Hydrobiol.*, 17: 545-593.
19 Berg, K., 1948. Biological studies on the river Susaa. *Folia Limnol. Scand.*, 4: 1-318.
20 Berner, L. M., 1951. Limnology of the lower Missouri River. *Ecology*, 32: 1-12.
21 Berthélemy, C., 1966. Recherches écologiques et biogéographiques sur les plécoptères et coleoptères d'eau courante des Pyrenées. *Annal. Limnol.*, 2: 227-458.
22 Besch, W., 1966. Driftnetzmethode und biologische Fliesswasseruntersuchung. *Verh. intern. Verein Limnol.*, 16: 669-678.
23 Binz, A. y W. Vischer, 1956. Zur Flora der Rheinlaufes bei Basel. *Verh. Naturf. Ges* 67: 195-217.
24 Bishop, J. E., 1973. *Limnology of a small Malayan river: Sungai Gombak.* Junk Publ., The Hague, 485 págs.
25 Bishop, J. E. y H. B. N. Hynes, 1969. Upstream movement of the benthic invertebrates in the Speed River, Ontario. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26: 279-298.
26 Biswas, S., 1968. Hydrobiology of the Volta River and some of its tributaries before the formation of the Volta Lake, *Ghana J. Sci.*, 8: 152-166.
27 Blinn, D. W., A. Fredericksen y V. Korte, 1980. Colonization rates and comunity structure of diatoms on three different rock substrata in a lotic system. *Br. phycol. J.*, 15: 305-310.
28 Blum, J. L., 1954. Evidence for a diurnal pulse in stream phytoplankton. *Science*, 119: 732-734.
29 Blum, J. L., 1956. The ecology of river algae. *Bot. Rev.*, 22: 291-341.
30 Blum, J. L., 1963. The influence of water currents on the life functions of algae. *Annals N. Y.*
31 Bonetto, A.,1976. *Calidad de las aguas del río Paraná. Introducción a su estudio ecológico.* Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, República Argentina, 202 págs.
32 Bormann, F. H. y G. E. Likens, 1969. The watershed-ecosystem concept and studies in nutrient cycles. In *The Ecosystem concept in Natural Resource Management*, edit. G. M. van-Dyne. Academic Press, NewYork, págs. 49-76.
33 Bornhauser, K., 1913. Die Tierwelt der Quellen in der Umgebung Basels. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, suplem. biol., 1-90.
34 Botnariuc, N., 1967. Some characteristic features of the floodplain ecosystems of the Danube. *Hidrobiologia*, Bucuresti, 8: 39-50.
35 Bott, T. L., J. T. Brock, C. E. Cushing, S. V. Gregory, D. King y R. C. Petersen 1978. A comparison of methods for measuring primary productivity and community respiration in streams. *Hydrobiologia*, 60: 3-12.
36 Broune, W., 1975. Studien sur Algenbesiedlung der Saaleim Raum Jena, II. *Limnologica*, Berlin, 9: 443-480.
37 Brinck, P., 1949. Studies on Swedish stoneflies. *Opusc. entom. Suppl.*, 11: 1-247.
38 Brinley, F. J. y L.J. Katin, 1942. Distribution of stream plankton in the Ohio river system. *Amer. Midl. Natur.*, 27: 177-190.
39 Browzin, B. S., 1964. Seasonal variations of flow and classification of rivers in the Great Lakes - St. Lawrence basin. *Publ. Great Lakes Res. Div., Univ.* Michigan, 11: 179-204.
40 Budde, H., 1928. Die Algenflora des Sauerländischen Gebirgsbaches. *Arch. Hydrobiol.*, 19: 433-520.
41 Budde, H., 1929. Beitrag zur Algenflora fliessenden Gewässer Spaniens. *Arch. H biol.*, 20: 427-470.

anóxico en el embalse de Sau (Barcelona). *Pirineos*, 105: 129-169.
144 Vidal, A., 1973. Development et evaluation du phytoplancton dans le reservoir de Sau. *XI Congrès Intern. Comm. Large Dams*, Madrid, 23 págs.
145 Vidal, A., 1976. Eutrofización del embalse de Sau en el transcurso de sus primeros años (1963-1972). *Confed. Hidrogr. del Pirineo Oriental, secc. 1.ª de Explotación Aguas del Ter*. Cardedeu, Barcelona, 45, págs.
146 Vitousek, P. M. y W. A. Reiners, 1975. Ecosystem succession and nutrient retention. A hypothesis. *BioScience*, 25: 376-381.
147 Ward, J. V., 1974. A temperature-stressed stream ecosystem below hypolimnial release mountain reservoir. *Arch. Hydrobiol.*, 74: 247-275.
148 Ward, J. V. y J. A. Stanford (edit.), 1979. *The ecology of regulated streams*. Proceed. an Intern. Symposium. Plenum Press. New York & London. 398 págs.
149 Ward, P. R. B., 1979. Seiches, tides and wind set-up on Lake Kariba. *Limnol. Oceanogr.*, 24: 151-157.
150 Willén, T., 1960. Phytoplankton algae from three Spanish lakes. *Svensk Bot. Tids.*, 54: 533-549.
151 Wilsson, L., 1971. Observations and experiments on the ethology of the european beaver (*Castor fiber* L.) *Viltrevy, Swedish Wildl.*, 8: 160-165, 168,182-203, 254-260.
152 Wróbel, S. y M. Bombówna, 1976. The cascade type of dam reservoirs and the eutrophication. *Limnologica*, 10: 293-298.
153 Wróbel, S., J. Pacheco y J. R. Grau, 1980. Chemical changes in the water of diked savanna at Mantecal, Venezuela. *Ekol. polska*, 28: 187-200.
154 Zhadin, V. N. y M. B. Ivanova, 1959. Survey of world literature on water reservoirs (en ruso). *Tr. VI Sov. Po Probl. Biol. Vnutr. Vod.*, 615-622.

18

Ecosistemas forzados

TEORÍA

La biosfera se organiza alrededor de un eje vertical, definido por las direcciones de la luz y de la gravedad. Sobre un plano horizontal, la ausencia de transporte o el transporte simétrico conduciría a la situación ideal en la que pequeños segmentos de la biosfera se pueden estudiar como unidades (biocenosis), dentro de cada una de las cuales el ciclo de la materia es prácticamente cerrado. En las aguas epicontinentales esta situación es excepcional. Apenas si se aproximan a ella los lagos oligotróficos muy extensos y con renovación lenta del agua. En el lago eutrófico, entre el espacio central de aguas libres y la zona litoral, el intercambio material es evidentemente asimétrico, como lo es entre dicha zona litoral y el suelo y la vegetación emergida de las orillas. Las lagunas temporales y las aguas corrientes manifiestan en grado extremo el mismo tipo de asimetría transversal que, por supuesto, se refleja también en las conexiones entre aguas fluyentes y detenidas. El agente más perceptible en la determinación de las referidas asimetrías es la energía externa (lluvia, viento), de la que depende el transporte. Éste es desigual según la profundidad, en razón del origen superficial de la referida energía.

La organización vertical y la organización horizontal de los ecosistemas no son independientes y tienen algunas características fundamentales comunes. El intercambio asimétrico, de materiales en solución, partículas suspendidas y organismos vivos o muertos, a través de cualquier frontera arbitraria, permite distinguir subsistemas o compartimentos con función complementaria. Lo son, por ejemplo, el plancton y el bentos, entre cuyas comunidades existe un intercambio que se armoniza en lo que se percibe como una función común.

Tal complementaridad es característica de la organización vertical de los ecosistemas acuáticos, fundamentada en la entrada de energía electromagnética en la parte superior y, generalmente, en la acumulación de materiales en compartimentos inferiores, caracterizados por una menor tasa de renovación. En función de la profundidad se diferencian compartimentos del ambiente (epilimnion, hipolimnion, monimolimnion, sedimento) y se escalonan los centros de gravedad en las respectivas distribuciones de diferentes grupos de organismos (algas, zooplancton, bacterias, bentos) [72]. El conjunto funciona como un sis-

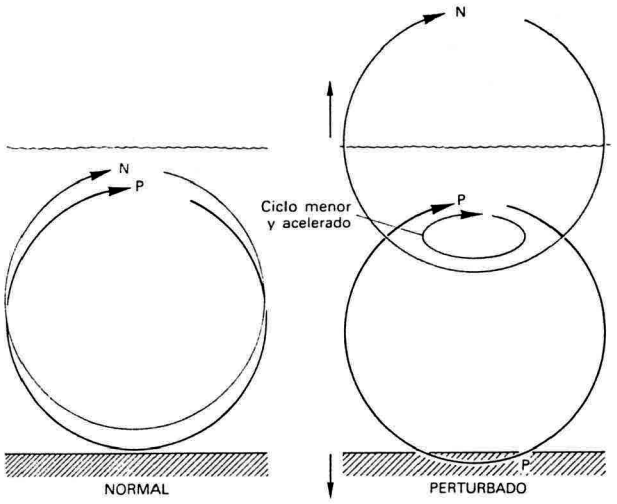


Figura 18-1 *Un ecosistema forzado acelera su velocidad de renovación, deposita en su frontera una parte de sus componentes o los expulsa. En este ejemplo, que conviene a un lago eutrófico, el nitrógeno migra hacia la atmósfera y el fósforo hacia el sedimento.*

tema regulador, especialmente efectivo en los lagos profundos. Por la combinación de flujos verticales y horizontales, la movilidad de determinadas sustancias se retarda a medida que aumenta la distancia al lugar de ingreso de la energía e inicio del movimiento. El retardo se refiere a la tasa de renovación en el compartimento incluido o inferior, en relación con el compartimiento periférico o superior. De acuerdo con la teoría general de colas, o de embalses, la salida de materiales de cada compartimento depende en mayor grado que las entradas de las características o contenido del propio compartimento. La multiplicidad de compartimentos en cada uno de los cuales se manifiesta tal propiedad, comunicados unos con otros, o incluidos unos en otros, presta al conjunto propiedades homeostáticas. Todo el modelo es interpretable dentro de la teoría que ve uno de los fundamentos de la organización y de la homeostasis de la naturaleza en la compartimentación progresiva de los ecosistemas, y en el mantenimiento de diferentes tasas de renovación a ambos lados de cada una de las muchas fronteras que pueden imaginarse.

La limnología y, especialmente, sus aspectos de aplicación, plantean, mejor que otras ciencias ecológicas, el problema de la tensión o «stress» p. 55 que unos ecosistemas pueden ejercer sobre otros. Es una noción compleja y se piensa en ella cuando se ve que un ecosistema no sigue gobernándose totalmente por sus leyes internas, sino que es *forzado* por agentes externos al propio sistema. El sistema forzado responde modificando su funcionamiento, de manera que frecuentemente se puede interpretar según el principio de Le Châtelier y Braun, es decir, *como si* tendiese a minimizar las consecuencias de tal tensión. De ordinario esta respuesta tiene dos formas, una aceleración de ciertos procesos y la separación de una fracción de materiales en el límite de los ecosistemas (fig. 18-1). Si la tensión ha sido transitoria, el ecosistema puede retornar a una condición semejante a la primitiva. Si la tensión persiste, el sistema puede quedar funcionalmente acoplado al agente o sistema forzador, separado entonces de él por una frontera a través de la cual el intercambio no es simétrico. El estudio de ecosistemas bajo tensión se reduce frecuentemente al examen del acoplamiento de sistemas complementarios separados entre sí por una frontera asimétrica [72]. Pero la problemática es más amplia. Todo factor que no ha estado presente en la evolución de un ecosistema puede ser un factor de tensión, incluyendo moléculas orgánicas inusitadas o especies de origen lejano [90].

Un sistema forzado es un sistema que ha sido abierto desde el exterior y cuya sucesión se ha interrumpido. La explotación pura y simple impide la capitalización de cualquier exceso de producción y el sistema explotado queda, teóricamente, en una etapa anterior de la sucesión. Desde el punto de vista de la teoría de la sucesión, el plancton es un tipo de comunidad más bien primitiva o poco madura, porque está sometido simultáneamente a una explotación doble, pasiva o fatal y activa o dependiente de los animales. Explotación, en este caso, significa transporte neto hacia un lado de materia orgánica que contiene cierta energía química. La misma relación se encuentra entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos, en el sentido que los sistemas acuáticos reciben compuestos químicos con determinado valor energético, procedentes de los terrestres [51]. Los lagos eutróficos que reciben una fracción importante de materia orgánica son un ejemplo. La ubicuidad de tal relación se refleja en el exceso de la respiración sobre la producción primaria en la mayor parte de los ecosistemas fluviales. Sabemos que por lo menos el uno por ciento de la producción primaria de los ecosistemas terrestres va a parar al mar, a través de los ríos (pág. 758).

El habla habitual se resiste a decir que los ríos o los lagos eutróficos explotan a los ecosistemas terrestres. Porque los ecosistemas acuáticos no incrementan la propia organización con dicho flujo. En otras palabras, se echa de menos su capacidad de control de un proceso que materialmente parece asimilable a una explotación. Nos contentamos con decir que los ecosistemas periféricos ejercen cierta tensión sobre los ríos y sobre los lagos y la contaminación de los ríos y la eutrofización de los lagos son aspectos de la respuesta de los ecosistemas forzados. La tensión comporta un transporte horizontal condicionado por energía externa, y el hombre lo regula directa o indirectamente a través de más energía externa. Esta es la imagen más generalizable que se puede ofrecer de los procesos de contaminación y eutrofización cultural y da razón también de su efecto multiplicativo o de cascada (fig. 18-2). En efecto, todas las aguas corrientes, ríos, lagos, embalses y marismas costeras se relacionan entre sí según una pauta de dependencias relacionada con el flujo del agua. El sistema acuático entero expresa la tensión recibida por los ecosistemas terrestres de la cuenca que drena. El estado de las aguas epicontinentales de una región, consideradas en su conjunto, es la mejor expresión del estado de salud de los ecosistemas terrestres también. Todos los ecosistemas contaminados o eutrofizados son ecosistemas forzados, pero este concepto es más amplio que aquél, y conduce a consideraciones de interés científico más general.

El análisis del intercambio entre ecosistemas contiguos, a través de su frontera común, en términos de elementos y de energía química, no precisa definitivamente los conceptos, supuestamente intuitivos, de explotación y de forzamiento. Ceder energía en forma de compuestos químicos no quiere decir someterse a una explotación. Las plantas dominantes en el bosque

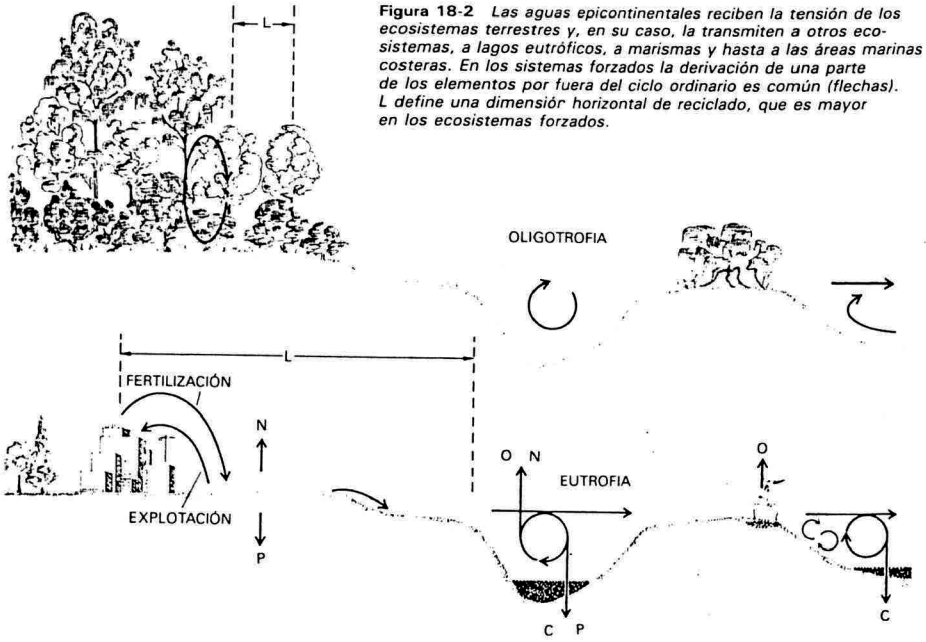


Figura 18-2 *Las aguas epicontinentales reciben la tensión de los ecosistemas terrestres y, en su caso, la transmiten a otros ecosistemas, a lagos eutróficos, a marismas y hasta a las áreas marinas costeras. En los sistemas forzados la derivación de una parte de los elementos por fuera del ciclo ordinario es común (flechas). L define una dimensión horizontal de reciclado, que es mayor en los ecosistemas forzados.*

caducifolio condicionan el aporte de materia orgánica al suelo y la nutrición de toda la comunidad edáfica; organismos que producen mudas con regularidad, o las algas que excretan una fracción de su producción primaria en forma soluble, condicionan a especies dependientes. Todo es cuestión de la persistencia de estructuras portadoras de información, relacionable a menudo con los espectros de diversidad biótica a ambos lados de la frontera: la información u organización adquiere primacía sobre la materia y la energía.

La ciencia económica ofrece analogías que pueden ayudar a clarificar algunas ideas. En la explotación más simple, tanto en ecología como en economía, el sistema explotado tiene una tasa de giro mayor y se ve privado de la posibilidad de acumular o capitalizar su exceso de producción, porque se lo quitan desde fuera. Otra cosa es la introducción de alimentos, cuya regularidad no puede controlar el que los recibe, o la introducción de materiales manufacturados, armas, o ciertos tipos de información, que más bien contribuyen a desestabilizar o a disminuir la previsibilidad de desarrollo local. Esta tensión puede ir asociada a una explotación normal. El turismo permite examinar diversas combinaciones de los diferentes fenómenos y procesos. La relación entre países desarrollados y países pobres incluye diversas modalidades de transporte, en sentidos opuestos. El resultado neto es que, aunque pudiera tenderse a un equilibrio en términos de materia y energía, el control pertenece a uno de los dos sistemas en juego, como explotador y forzador a la vez.

Un ecosistema con sus funciones internalizadas, tiende a la compartimentación progresiva, con nuevas distribuciones de flujos que conducen a una segregación de los reactantes y a un retardo de los ciclos, retardo que va asociado con la inmovilización de una fracción de los elementos circulantes, o a su desviación hacia el exterior. El funcionamiento normal de la biosfera genera fuerzas internas equiparables a una tensión, cuya aplicación constante se ha manifestado, por ejemplo, de forma que considerables cantidades de oxígeno y nitrógeno molecular han pasado a constituir o a completar la atmósfera, a la vez que se acumulaba una fracción equivalente de carbono reducido. En su respuesta a cualquier tensión, el comportamiento de los ecosistemas es más exagerado, en lo que se refiere al desvío de una parte de materiales al exterior, o a su inmovilización. Las consecuencias del «stress» son pues, comparables con la obesidad, o con deposición de materiales en las paredes de los vasos sanguíneos. Mientras que un ecosistema tiende a disminuir las tasas de renovación en los distintos compartimentos y más en unos que en otros; en un sistema forzado dichas tasas se aceleran en algunos compartimentos. Pero, en todos los casos, la desigualdad en los valores de las tasas de renovación en los distintos compartimentos sigue siendo una propiedad reguladora u homeostática, independientemente de si los compartimentos de tasa de renovación más lenta son los biológicamente muy activos (árboles, carnívoros) o son los más pasivos (monimolimnion, sedimento), diferencia que podría caracterizar, respectivamente, a los ecosistemas forzadores y a los forzados.

Diremos que un ecosistema está bajo tensión, cuando queda sometido a una constelación de fuerzas no totalmente habituales, a las que responde de manera que disminuye la desviación esperable a priori. Unos mecanismos homeostáticos son muy generales; pero otros pueden haber sido adquiridos durante el proceso de integración de aquel tipo particular de ecosistema. Puesto que las aguas epicontinentales están continuamente sometidas a tensiones, pueden contar con los organismos apropiados para una respuesta rápida. Se puede suponer que esto es más difícil que ocurra, por ejemplo, en los bosques tropicales y en relación con la acción humana, que estuvo ausente durante la integración de aquéllos. La elasticidad y capacidad de retorno de los ecosistemas de agua dulce se evidencia muy bien en la autodepuración de los ríos.

Con frecuencia se hace referencia a tensión o «stress» en relación con valores extremos de ciertas variables ambientales, como son la falta de agua, los inviernos muy fríos, etc. (capítulo 19). Se produce una desorganización del sistema, acelerándose el transporte por vía detrítica y, con frecuencia, la expulsión de una fracción de ciertos materiales. El mismo carácter catastrófico tiene el incendio de un bosque, que elimina nitrógeno combinado e insolubiliza fósforo, lo mismo que en cualquier sistema acuático forzado; pero el oxígeno y el carbono aparecen allí combinados y no segregados como en el proceso de diferenciación normal en un lago.

EUTROFIZACIÓN DE LAGOS

La eutrofia y la eutrofización de los lagos ha inspirado numerosas investigaciones y publicaciones [1, 3, 9, 40, 54, 66, 92, 93, 102]. Los términos eutrófico y oligotrófico fueron introducidos por Weber en 1907 para calificar aguazales o pantanos más o menos ricos en nutrimento, y luego extendidos a los lagos por Naumann (1919). Su uso inicial en sentido geográfico y con referencia al grado de turbiedad del agua [18] y abundancia

Tabla 18-1
Teoría del lago eutrófico.
Diferentes aspectos o elementos para una síntesis, con indicación de los capítulos y páginas donde se tratan.

I. Limnología regional. La ordenación según el eje oligotrofia-eutrofia (cap. 1, pág. 4). Características de lagos y embalses eutróficos de distintas regiones (cap. 15, págs. 673, 687; cap. 17, págs. 796, 816).

II. Organismos y comunidades característicos de lagos eutróficos.
- Fitoplancton. Límites de clorofila y producción primaria. Diversidad y especies indicadoras (cap. 8, págs. 277, 307, 317, 318; cap. 17, pág. 816).
- Zooplancton (cap. 9, págs. 388, 391).
- Perifiton, macrófitos: su importancia en el retorno de nutrientes del sedimento al agua (cap. 10, págs. 443, 455).
- Invertebrados bentónicos, organismos del bentos profundo como indicadores, parásitos (cap. 11, pág. 537).
- Peces y aves de lagos eutróficos, incidencia de los mismos sobre el ciclo de materiales (cap. 12, págs. 585, 590, 593).
- Alta densidad de bacterias y otros heterótrofos en lagos eutróficos (cap. 13, pág. 613).
- Sedimentos recientes de aguas muy productivas (cap. 20, pág. 933).

III. Un lago es un divertículo de un sistema fluvial (cap. 15, pág. 675) con un mecanismo de retardo y segregación, basado en la diferenciación de cierto número de compartimentos, en forma de estratos (cap. 2, pág. 16; cap. 6, pág. 186) o de grupos de organismos (cap. 6, pág. 181; cap. 14, pág. 651), en cada uno de los cuales las salidas dependen del contenido (cap. 14, pág. 649), de modo que se establece una jerarquía de persistencias o tiempos de renovación. Hay una diferenciación en los tiempos de residencia del agua (cap. 2, pág. 16), una diferenciación mayor en los tiempos de residencia de los nutrientes (cap. 3, pág. 67), todo ello intensificado por la formación de termoclina (cap. 4, pág. 94), por la meromixis (cap. 4, pág. 99) y por la diferenciación de un sedimento (cap. 20, págs. 929, 938) que actúa como almacén temporal o persistente de muchos materiales.

IV. La eutrofización es un estado de tensión que, de una parte, acelera los ciclos, determinando una desviación paralela en los cocientes entre pares de componentes relacionados y, por otra parte, evacúa una fracción del N y del O hacia la atmósfera y del C orgánico y del P hacia el sedimento. El ecosistema se desvía de su situación inicial menos de lo previsible, gracias a la operación de varios mecanismos de regulación. Entre ellos se cuentan:
- La producción primaria aumenta, pero sólo hasta un límite definido por la absorción de la luz por la propia clorofila. Gran parte de lo producido sigue la vía detrítica y una fracción importante de la materia orgánica producida pasa con bastante rapidez al sedimento.
- La reserva de oxígeno en el hipolimnion limita la cantidad de fósforo que se mineraliza y recicla.
- La concentración de fosfato en el agua depende de la solubilidad de los compuestos de Ca, Fe, que pueden formarse.
- En consecuencia, la eutrofización depende de la composición química básica de las aguas (cap. 3, pág. 68).
- El sedimento actúa como una trampa de fósforo. Una fracción importante del que entra en un lago queda retenido en el complejo de organismos y sedimento. En el sedimento se fosiliza definitivamente una parte del fósforo (cap. 20, pág. 940).
- Parte del fósforo del sedimento puede retornar al agua, cuando el agua en contacto con el sedimento es reductora. Esto es fácil en el caso de fosfato de hierro, pero el retorno es muy pequeño en el caso de otros fosfatos. La acción de los organismos (macrófitos, cap. 10; bioturbación, cap. 20) puede acelerar el retorno.
- La operación de los diversos mecanismos tiende a regular la concentración de fosfato por debajo de 1 μM.
- La persistencia de condiciones reductoras junto a un sedimento con una gran reserva de fósforo combinado con hierro, induce un retorno excesivo de fósforo que no llega a utilizarse y se va con el emisario.
- El nitrógeno inorgánico combinado se regula secundariamente. El exceso se desnitrifica; si el nitrógeno luego es limitante quedan favorecidas las cianofíceas que lo fijan.

evolución— en un gran número de compuestos que han podido ser utilizados en la defensa química de los organismos, muy principalmente en metabolitos secundarios de los vegetales. El depredador, después de adaptarse al tóxico en cuestión, ha transferido la función defensiva a un nivel trófico superior. Orugas de mariposas que se han adaptado a comer plantas tóxicas dan mariposas que, ellas mismas, son tóxicas o desagradables para las aves, por cuya condición gozan de una protección relativa.

En líneas generales se pueden distinguir varios grupos de contaminantes. Determinados elementos, principalmente metales, son esencialmente conservativos: se transfieren de unos a otros compartimentos, pero no se destruyen. Sus efectos dependen de su concentración y muy principalmente de la especie química en cuya forma se encuentran. Puesto que esta forma molecular cambia, frecuentemente por la acción de los mismos organismos, su toxicidad depende del funcionamiento del ecosistema. La movilidad de muchos metales depende del pH y del Eh del medio: en medios ácidos y a un potencial de reducción y oxidación bajo, se difunden más fácilmente. También contribuyen a su disponibilidad los queladores, de origen orgánico, pero no vivos, que mantienen baja su concentración y disponibilidad. Son más peligrosos los metales que forman fácilmente compuestos orgánicos, y el ejemplo más divulgado es el del mercurio, que forma compuestos metilados por la actividad orgánica en los sedimentos. Bajo otras configuraciones moleculares resulta mucho menos peligroso para los sistemas orgánicos.

Otros contaminantes consisten en moléculas orgánicas que finalmente se metabolizan en el ecosistema. Su solubilidad y sus tiempos de persistencia (tabla 18-2), que varían según las condiciones ambientales, son importantes en definir su peligrosidad. Puesto que las moléculas usadas cambian continuamente para mantener activa una guerra química, que es contrarrestada por un proceso de evolución adaptativa, la respuesta de los ecosistemas a las diversas formas de contaminación química constituye un amplísimo experimento de ecología y evolución. No es prudente que rebasen concentraciones de 20 pg l^{-1} en las aguas normales.

También hay otros factores de tensión, de origen externo al ecosistema, que se consideran como contaminantes: elementos e isótopos radiactivos, cambios de temperatura (y presión) y la introducción de nuevas especies, salvando barreras biogeográficas. Ordinariamente se piensa en bacterias y virus, pero organismos superiores pueden actuar igualmente como desestabilizadores. Y algunas veces a través de toxinas específicas, como muchas cianofíceas y *Prymnesium*.

Metales

Puesto que las aguas naturales son soluciones que tienden a un equilibrio, los metales pesados sólo pueden conducir a perturbaciones locales y sus efectos negativos son limitados, aún más transitorios en las aguas marinas que en las dulces. Ordinariamente acaban en el sedimento, donde su removilización puede depender de condiciones locales, comentadas principalmente a propósito de los metales del grupo del hierro (págs. 64, 69 y 619). Cuando el pH del agua que baña el sedimento desciende a valores entre 5 y 6, salen del sedimento Fe, Mn, Co, Zn, Al^{3+}; pero la solubilidad del Hg disminuye al aumentar la acidez. Tanto el mercurio como el estaño y el arsénico se presentan en formas metiladas, en relación con la actividad biológica [35].

El cobre se ha usado repetidamente para regular las poblaciones de cianofíceas y dinoflageladas (*Microcystis, Ceratium*, etc.) pero con frecuencia después vienen proliferaciones de euclorofíceas diversas. Los cambios en la forma en que se encuentra el cobre en solución, junto a las células, y las fracciones en que se distribuye [56] explican la aparente irregularidad de sus efectos. El tratamiento con sulfato de cobre para combatir las algas es esencialmente inefectivo en aguas alcalinas. El cobre se une a las membranas abandonadas por las células, que pueden tener efectos defensivos en organismos tales como las clorofíceas, y así se explica que el cobre sea más eficaz si la concentración de células es baja. Los efectos inhibidores ya se manifiestan desde concentraciones de cobre de 0.006 ppm (10^{-7} molar) y las concentraciones eficaces recomendadas contra cianofíceas son desde diez veces mayores.

El lago de Orta [5, 95, 104] ofrece un ejemplo impresionante de los efectos crónicos del cobre —y de la acidez— sobre un ecosistema lacustre. Dicho lago se halla en el norte de Italia, tiene 18,5 km^2 de superficie y 143 m de profundidad máxima. El agua era ligeramente alcalina, el fitoplancton normal estaba formado por *Cyclotella melosiroides, C. compta, Dinobryon divergens, Asterionella formosa, Ceratium hirundinella*, con el zooplancton propio de un lago de sus características y extendiéndose la vida hasta gran profundidad. En 1927 una industria vecina descargó una gran cantidad de compuestos amoniacales de cobre, que se supone arruinaron el lago. En 1928 pescas de plancton mostraban la mayor parte del plancton dañado o en descomposición, pero con algunos organismos vivos, entre otros *Ceratium, Cyclotella, Melosira, Fragilaria, Diatoma* y hasta crustáceos como *Cyclops strenuus*, que algo tendrían que comer. Hacia 1956-58 se instala un sistema de recuperación de cobre en la industria, de manera que disminuye la entrada de cobre en el lago.

Aunque el caso atrajo pronto la atención de los limnólogos y se dispone de bastante información, hay algunas lagunas que dificultan presentar una visión coherente. El volumen del lago es de 1,3 km^3 y el flujo anual de 145 millones de m^3, es decir, el tiempo bruto de renovación del agua es de 9 años. A principios de la década de los 70, la concentración de cobre en el agua se evaluó entre 0,2 y 1 µg-átomo por litro, con muchas variaciones locales, concentración 10 o más veces mayor de la necesaria para producir consecuencias en los organismos. También se detectaron concentraciones elevadas de cromo y zinc. Corbella y Tonolli (1958) [5] encontraron hacia 1956 un notable enriquecimiento de cobre en los 3-5 cm superiores del sedimento. Suponiendo una concentración uniforme de cobre 10^{-6} molar, el lago contendría unas 70 toneladas de cobre y esta concentración se mantendría con unas 7 toneladas de aporte anual del metal. Sin embargo, en los últimos años, la carga anual se calculaba por parte de la industria contaminante en «solamente» 2500 kg de cobre.

El pH inicial entre 6,2 y 7, desciende a 4-4,8 y este es el pH que se mide durante la década de los 60, así como posteriormente en profundidad; aunque cerca de la superficie, en 1971-72 se dan valores de pH entre 5,4 y 7,7. La conductividad es baja, alrededor de 100 µS y la alcalinidad también pequeña, entre 0,2 y 0,5 meq l^{-1} y aun mucho menor en profundidad, con una concentración de 5,2-7 mg Ca l^{-1}. El lago era oligotrófico, pero en la década de los 60 se constata el agotamiento del oxígeno en el fondo; más adelante, en 1971, vuelve a ser poco eutrófico y la concentración de oxígeno no baja nunca de 5 ml l^{-1} a 50 m de profundidad. Los datos sobre la concentración de fósforo son un tanto irregulares y señalan valores bajos, generalmente entre 0,01 y 0,02 µM P l^{-1}. En comparación con estas cifras, las concentraciones de nitrógeno son muy altas quizá por introducción de compuestos amoniacales. Se miden concentraciones de nitrógeno combinado total entre 100 y 700 µM l^{-1}, con una fracción de amoniaco del mismo orden que la de nitrato. La concentración de silicio de más de 100 µM l^{-1} es bastante constante en estos límites altos, y poco movilizado por las diatomeas.

En condiciones muy desviadas de las normales persiste un ecosistema bastante complicado. El plancton de red sigue conteniendo *Asterionella, Fragilaria, Tabellaria* y *Ceratium*, pero en pequeña cantidad. Dominan en 1971-72: *Coccomyxa minor gallica, Lyngbya limnetica, Chlorella sp.*, flagelados muy diminutos y proliferaciones periódicas de *Microcystis* (agosto), *Scenedesmus armatus* y *Ankistrodesmus convolutus minutus*. *Lyngbya limnetica* era también muy numerosa hacia 1956, en cuya fecha se encontraban muchas *Synedra*, frecuentemente anormales, en el sedimento. Hasta 30 m se detecta en cantidad fitoplancton vivo.

El zooplancton, casi desde el principio, contenía *Hexarthra fennica, Brachionus calyciflorus*, y otros rotíferos, muchos de ellos de procedencia litoral, pero también *Keratella quadrata* y *Kellicottia longispina*. En el zooplancton se han citado, en los años después de la catástrofe, *Daphnia longispina, Bosmina coregoni, Cyclops strenuus* y otros ciclópidos, un zooplancton que recuerda al de un lago normal. Pero los *Coregonus* limnéticos han desaparecido.

El lago de Orta es un ejemplo de lago relativamente oligotrófico, forzado por una concentración de cobre (y de cromo, que se halla casi en igual concentración) en condiciones de acidificación. La producción no es mucho más baja, pero está basada en organismos de más corta vida, que quizá no facilitan su recolección adecuada por el zooplancton, que presenta una densidad menor. Puede sorprender que los cambios no hayan sido mayores. El elevado cociente N : P no ha favorecido precisamente a las cianofíceas fijadoras de nitrógeno. La baja disponibilidad de materia orgánica basta para explicar que la desnitrificación no sea más importante. La tensión ejercida sobre el lago ha conducido a una situación muy diferente de la eutrofización.

Alteraciones semejantes se atribuyen a la acidificación o a la presencia de metales, que pueden ir unidos, si la acidificación moviliza metales presentes. Por esta razón, la lluvia ácida preocupa, pero aunque su pH es bajo, la acidez que lleva al agua es pequeña. En fenómenos volcánicos y por oxidación de sulfuros se producen acidificaciones más intensas, así como también por la influencia de industrias y de ciertos procesos de minería [49] (oxidación de piritas, etc.). Los cambios introducidos en dos lagos de Ontario por la explotación de una mina de uranio son comparables a los cambios experimentados por el lago de Orta, aunque no se tienen datos sobre las concentraciones de metales. El pH baja de 7-8 a 5-6, se añade nitrato, sulfato y calcio, baja la concentración de HCO_3, de 6,5 a 0,5-2,3 mg l^{-1} (como en Orta), la concentración de fósforo apenas varía, entre 1 y 2 µM l^{-1}; pero la concentración de nitrato más nitrito pasa de 7-8 a 200-265 µM l^{-1}. En un lago no alterado se desarrolla un fitoplancton [4] con *Cyclotella glomerata, C. bodanica, Asterionella formosa, Tabellaria fenestrata, Melosira italica; Dinobryon, Botryococcus, Ceratium; Gomphosphaeria* y proliferaciones de *Aphanizomenon*, es decir, parecido al antiguo lago de Orta. En los dos lagos

contaminados, el fitoplancton es más pobre, con *Chlamydomonas, Synedra ulna, S. pulchella, Tabellaria fenestrata, Eunotia pectinalis* y la cianofícea *Plectonema notatum* de la que, según Drouet, es sinónimo *Lyngbya limnetica*, y esta vez estoy dispuesto a creer que tiene razón. La diversidad del fitoplancton ha bajado como consecuencia de la contaminación. La semejanza con el lago de Orta es elocuente. Tensiones comparables provocadas por la misma combinación de cobre (0,3 μM l^{-1}) y acidez (pH 3,5-6,6) se han anotado en un lago de Karelia (Ryhänen, 1958), con *Ulothrix, Oscillatoria, Nitzschia, Tabellaria, Melosira*, etc.

El cadmio se ha usado experimentalmente para forzar ecosistemas. En un experimento con microcosmos terrestres [108] sometidos a una solución de cadmio (1,35 meq Cd en aproximadamente 1 dm^3 de tierra) se halló que los sistemas de menor complejidad funcional perdían más elementos (Ca) y reducían más su diversidad que los otros, supuestos más estables o resilientes. En experimentos con plancton de agua dulce, el Cd no afecta a las algas hasta por encima de concentraciones de 50 μg Cd l^{-1} (0,27 μM), pero desde concentraciones diez veces menores afecta seriamente al zooplancton y más a los rotíferos que a los crustáceos.

Determinados organismos muy resistentes se hallan en aguas contaminadas por metales y se han considerado como indicadores de los mismos. *Euglena mutabilis* sobrevive en aguas muy ácidas (pág. 893). *Pediastrum duplex* parece particularmente resistente al cobre. En ríos que reciben agua de instalaciones mineras siguen viviendo muchas especies [58]. Una lista de las más resistentes debería incluir, por lo menos: *Achnanthes affinis, Asterionella formosa, Calothrix braunii, Chlorococcum botryoides, Coelastrum, Ankistrodesmus, Cosmarium laeve, Cymbella naviculiformis, C. ventricosa, Lyngbya limnetica, Melosira varians*, varias especies de *Microspora, Microthamnion strictissimum, Navicula viridula, Neidium bisulcatum, Nitzschia palea, Pediastrum boryanum, Pediastrum duplex, Spirogyra varians, Stigeoclonium tenue, Symploca erecta, Tribonema*. Estos organismos se consideran particularmente resistentes al cobre, pero los más de ellos se encuentran también presentes en aguas contaminadas por otros metales, como Cr, Cd, Zn y Cr, añadiéndoles, a menudo, *Achromatium, Astasia, Batrachospermum, Closterium, Dunaliella, Euglena, Polytoma, Tetraspora, Thiospirillum*, etc. Algunos de estos organismos sobreviven también a dosis débiles de radiación, como *Dunaliella*, y se ha mencionado el caso de *Pseudomonas* creciendo en el agua de piscinas de instalaciones nucleares. Todos son organismos oportunistas y resistentes; y muestran cómo es posible reconstruir ecosistemas que funcionen en condiciones diversamente forzadas.

El estaño es el metal cuyo ciclo natural ha sido más profundamente afectado por el hombre; pero actualmente el plomo se está difundiendo enormemente a través de la atmósfera por su uso en forma de un compuesto orgánico, como antidetonante en la gasolina. Todos los ecosistemas muestran una carga excepcional de plomo, manifiesta principalmente en los tejidos de las plantas próximas a lugares con mayor tráfico, que contienen entre 10 y 50 veces la concentración de plomo normal en plantas de las mismas especies que crecen en lugares menos expuestos, y también en las capas más recientes de los sedimentos de lagos, glaciares, etc. Los huesos de los americanos actuales contienen unas 500 veces más plomo que los de los peruanos que vivieron hace 1800 años (Settle y Patterson, 1980).

El comportamiento de los isótopos radiactivos se ajusta al de los elementos en general y su concentración decrece a medida que se asciende por las redes tróficas (tabla 18-4), de cuya regularidad se pueden exceptuar los isótopos de elementos que juegan un papel fisiológico especial, como el iodo y, quizá, el cobalto. El cesio (^{137}Cs) tiene gran afinidad por las arcillas y se concentra en suelos y sedimentos, de los que puede salir en concentraciones elevadas bajo condiciones reductoras (pág. 788) [33, 36, 37]. Probablemente a través de arcillas ingeridas pasa, con un factor de enriquecimiento débil (2 a 4), a crustáceos del plancton y peces.

Moléculas orgánicas

Es muy elevado el número de compuestos orgánicos usados intencionadamente como biocidas o no, que alcanzan las aguas epicontinentales y dicho número aumenta continuamente. Hay numerosos libros [110] y revistas que tratan de su composición, efectos, transformación y persistencia en el agua *(Residue Review)*. En su forma primitiva o transformados quedan en el agua o en el sedimento (tabla 18-2) y se han publicado muchos datos sobre concentraciones en aguas naturales de sustancias pertenecientes a los diversos grupos. Es muy difícil cercionarse de su influencia real sobre los ecosistemas. Se reconoce la presencia de dichas moléculas orgánicas en los organismos acuáticos, pero apenas hay ejemplos de cambios experimentados por las comunidades naturales que se puedan atribuir indiscutiblemente a sus efectos.

Se han hecho muchos experimentos a base de estudiar el crecimiento de organismos selectos bajo distintas condiciones del biocida. Ciertos efectos no se pueden discernir a nivel de poblaciones unispecíficas, pero sí en cultivos mixtos, cuando alteran las condiciones de competencia y equilibrio entre distintas especies, como en el efecto manifestado por bifenilos policlorados y DDT sobre sistemas binarios con *Thalassiosira pseudonana* y *Dunaliella tertiolecta* [64].

El petróleo es un producto natural, que consiste en una mezcla de compuestos; hay charcos naturales de petróleo expuesto al aire, con microorganismos y larvas de insectos (el díptero efídrido *Psilopa*) que se alimentan de otros seres que mueren en el petróleo. Todas las aguas contienen en solución cierta fracción de hidrocarburos, procedentes de la actividad y descomposición de los organismos. La utilización del petróleo por el hombre empieza con su destilación y la segregación de los diversos componentes. Los componentes más volátiles, que tienen una difusión más fácil, tienden a ser también más tóxicos. Los efectos negativos del petróleo sobre los ecosistemas naturales se incrementan, pues, por la acción de los destilados. Cuando a la simple extracción de petróleo se une una industria petroquímica, la contaminación aumenta rápidamente, como se ha manifestado muy bien en la progresiva alteración de algunas características de las biotas del lago de Maracaibo, sujeto al mencionado proceso de desarrollo industrial.

En las aguas naturales se encuentran otros compuestos relativamente sencillos, como amoniaco, cianuro y fenoles, procedentes en parte de desagües industriales y que tienen toxicidad considerable. Moléculas orgánicas que proceden de la actividad de determinados organismos (principalmente actinomicetes y diatomeas) son causa de olores que inciden negativamente sobre la calidad del agua o en su aprecio.

Concentración y transferencia

Los factores de concentración iniciales para la mayoría de los elementos, incluyendo los isótopos radiactivos (tablas 18-3 y 18-4) son comparables a los de los nutrientes o aun menores; recordemos que el agua de lago contiene normalmente entre 5 y 50 μg de fósforo por litro y que, aproximadamente, el 1 por ciento del peso seco del plancton es fósforo. La concentración inicial de los hidrocarburos clorados es baja. Son poco solubles en agua, en el orden de 0,01 a 0,2 ppm (mg l^{-1}) y estas concentraciones resultan tóxicos para los cladóceros; a concentraciones más bajas, de 0,005 a 0,05 mg l^{-1} son ya tóxicos para peces, causan la muerte de la mitad de los individuos de *Salmo* después de 48 horas de exposición. Muchas aguas epicontinentales en países desarrollados contienen entre 0,01 y 0,02 ppm de hidrocarburos clorados, incluso después de haber adoptado medidas restrictivas. En estas condiciones, se pueden encontrar entre 0,04 y 0,08 mg de DDT y sus derivados en un kg de plancton, pero no hay pruebas suficientes de que un aumento en la concentración de hidrocarburos clorados altere sensiblemente las condiciones de

Tabla 18-3
Concentración de algunos elementos en el agua del río Columbia y en organismos que representan tres niveles tróficos, en el mismo río [22]. Compárese con las tablas 3-10 y 14-2.

Elemento	Concentración en agua μg por l	Concentración en organismos, ppm, mg por kg de peso seco: Fitoplancton	Larvas de *Hydropsyche*, tricóptero	*Prosopium williamsoni*, pez
Na	2200	8000	3900	1650
Fe	13	19 200	2000	17
Zn	8	1310	260	13
Br	5,6	17,7	12,0	9,85
Cr	0,40	22,8	1,8	<0,11
Cs	0,35	2,11	0,22	0,08
Co	0,02	9,11	0,87	0,022
Sb	0,24	0,79	0,11	0,004
Rb	3,5	69	18	17
Se	0,2	1,77	1,2	1,25
K	1190	10 700	12 600	21 000

Tabla 18-4
Concentración media de algunos isótopos radiactivos en el agua y en organismos de diversos niveles tróficos de los Grandes Lagos del valle del San Lorenzo en 1972-73[81, 109]. Los lagos están ordenados por eutrofia creciente. Las concentraciones de plutonio 239 en los organismos se expresan en fCi por kg de peso húmedo; la de los distintos elementos en el agua, en fCi por litro. Un curie (Ci) es igual a $3{,}7 \times 10^{10}$ becquerels (Bq) o desintegraciones o partículas emitidas por segundo. 1 fCi (femtocurie) = $3{,}7 \times 10^{-5}$ Bq.

Lago	Número de instalaciones nucleares en sus inmediaciones	En el agua			^{239}Pu en organismos, fCi kg^{-1}		
		^{90}Sr	^{137}Cs	^{239}Pu	Fitoplancton	Zooplancton	Peces
Superior	0	530	73	0.60	2520	400	4
Huron	3	980	42	0.61	2810	—	8-104
Ontario	4	1270	26	0.26	605	—	44
Michigan	7	825	46	0,71	4300	260-570	1-28
Erie	5	1060	20	0,20		85	2-40

producción de los ecosistemas acuáticos, ni la composición de sus poblaciones.

Los herbicidas, en general, pues su composición química puede ser muy diversa, son más solubles, su destrucción es más rápida que la de los insecticidas y su toxicidad para los animales suele ser entre 100 y 1000 veces menor. Un herbicida (DCMU) se usa en la investigación de la producción primaria, como inhibidor de la fotosíntesis; pero no hay ejemplos de perturbaciones importantes producidas por dichas sustancias en los ecosistemas acuáticos.

En su migración a lo largo de las vías metabólicas de los ecosistemas, los contaminantes específicos pueden aumentar o disminuir su concentración. Repetidas veces se ha escrito sobre el riesgo de que la concentración aumente en los niveles tróficos superiores, como si las cadenas alimentarias funcionaran al modo de mecanismos de acumulación. Esta opinión se apoya de una parte en el hecho bastante general de que los elementos tienden a concentrarse en los compartimentos de tasa de renovación más lenta y, por otra parte, en que muchos sistemas forzados, como el lago de Orta, tienen el nivel de los productores primarios perturbado, pero conservando valores razonables de producción, mientras que sus niveles tróficos superiores muestran una reducción exagerada de la biomasa, que se piensa podría ser consecuencia de la mortalidad resultante de la acumulación de contaminantes.

Los datos experimentales, sin embargo, muestran que, para la mayoría de los elementos, incluyendo sus isótopos radiactivos (tablas 18-3 y 18-4) la concentración disminuye a medida que se pasa de un nivel trófico al superior[91]. El aumento de concentración en los niveles tróficos superiores se da para pocos elementos, por ejemplo para el potasio (tabla 18-3) y para metales que forman compuestos orgánicos, tal el Hg (CH_3Hg^+, $C_6H_5Hg^-$, $CH_3OCH_2CH_2Hg^+$). En los peces marinos, la concentración de Hg aumenta con el tamaño y longevidad de los ejemplares y refleja también regularidades geográficas.

Por lo que se refiere a la mayor parte de los insecticidas, tienen afinidad por los lípidos y se concentran en las cadenas tróficas: Si la concentración de hidrocarburos clorados es de 0,04 a 0,1 ppm en el plancton, pasa a valores generalmente comprendidos entre 0,2 y 2 ppm para los invertebrados y varias veces mayores en los peces. Las concentraciones suelen ser aún más altas para los elementos de las comunidades bentónicas. Las concentraciones alcanzan de 1 a 10 ppm en las aves acuáticas que, sin embargo, pueden recibir contaminantes también por otras vías. Los insecticidas se acumulan preferentemente en el tejido adiposo y basta que los animales pierdan grasa para que los pesticidas se movilicen y puedan incidir sobre tejidos más sensibles. Como valor de referencia puede indicarse que en el tejido adiposo del hombre, en distintos países, en los últimos decenios, se medían concentraciones de DDT y sus derivados y equivalentes entre 4 y 20 ppm y que los valores medios en Estados Unidos, de 1970 a 1974, bajaron de 11 a 8.

Se tiene alguna información sobre las vías que sigue la destrucción de los contaminantes no persistentes, pero todavía no se puede decir en que medida su conservación depende de la organización interna de los ecosistemas, es decir, si los sistemas forzados favorecen o no la conservación y segregación de los biocidas.

AGUAS CORRIENTES

Hoy día, cualquier estudio de los ríos obliga a preocuparse de los temas de la contaminación y autodepuración de las aguas corrientes (pág. 758; tabla 18-5). Resulta cómodo y quizá es correcto comparar los problemas de los lagos con los de los ríos, substituyendo la noción de la carga de fósforo, considerado como el factor de tensión más importante en los lagos, por la carga de materia orgánica en los ríos. Esta materia orgánica se expresa comúnmente por la cantidad de oxígeno necesaria para oxidarla totalmente o por el oxígeno que se consume naturalmente durante un tiempo limitado (fig. 18-10). La mineralización de la materia orgánica sigue pautas dependientes de las características del río, de ordinario con desnitrificación, de forma que, al final, el agua queda enriquecida con minerales y nutrientes, entre ellos con un frecuente exceso de fósforo. Ello da origen a una eutrofización secundaria en el propio río o en las aguas detenidas donde desemboca.

Ordinariamente la concentración de los diversos materiales en el agua se relaciona con la intensidad del flujo. Elementos como el cloro, el sodio, etc., tienden a hallarse en concentraciones más bajas cuando el flujo es mayor, de manera que la cantidad total transportada de dichas sustancias varía menos que el flujo del río; otros elementos, como el nitrógeno en forma de compuestos inorgánicos, suelen aumentar con la intensidad del flujo.

Los dos componentes más estudiados son el oxígeno (figs. 18-10 y 18-11) y la materia orgánica. La penetración de oxígeno en un punto es función del déficit de oxígeno en el agua, de la velocidad del agua y de su profundidad. Se puede poner (ver tabla 18-5; U, velocidad según x)

$$\partial O/\partial t + U\,\partial O/\partial x = k_1 D - k_2 DBO$$

Tabla 18-5
Contaminación de aguas corrientes.
Diferentes aspectos o elementos para una síntesis, con indicación de los capítulos y páginas donde se tratan.

I. El río es un ecosistema continuo, con organización longitudinal regulada por la energía externa (cap. 2, pág. 21; cap. 16, pág. 712).

II. Las aguas corrientes reciben normalmente materia orgánica de los ecosistemas terrestres circundantes y son más o menos heterotróficas, carácter que se puede acentuar aguas abajo, o en ciertos segmentos. La vía detrítica tiene mucha importancia y la velocidad relativa de descomposición de los distintos tipos de materia orgánica recibida, principalmente hojas de plantas terrestres, puede dominar la biología de los cursos de agua (cap. 3, pág. 71; cap. 14, pág. 642; cap. 16, pág. 759).
La contaminación de los ríos por el hombre representa una amplificación de estos efectos. Tradicionalmente la polución se ha visto como un factor dominante en la vida de los ríos, y ha conducido a explicitar el uso de organismos indicadores de las distancias etapas del proceso de autodepuración (Kolkwitz y Marsson) (cap. 6, pág. 187; cap. 13, pág. 615; cap. 13, pág. 642; cap. 16, pág. 763).

III. Organismos y comunidades características de ríos más o menos contaminados.
El sistema de los saprobios (cap. 6, pág. 187; cap. 16, pág. 766).
Bacterias (cap. 13, pág. 613). Pigmentos de plantas (cap. 16, pág. 743).
Invertebrados. Distribución de insectos en relación con sus necesidades respiratorias (cap. 11, pág. 529).

IV. Los ríos conducen materia orgánica a lagos, embalses y marismas y, en cierto modo, transmiten la tensión de unos a otros ecosistemas.

V. Modelos.
Modelo general del cambio de individuos en una población N
$dN/dt = rN - V\,(dN/dx) + A\,(d^2N/dx^2)$ (cap. 16, pág. 724).
Déficit de saturación, aireación
$D_t = D_0 e^{-k_1 t}$, $k_1 = f(V,z)$
Demanda bioquímica de oxígeno (pág. 721)
$DBO_t = DBO_0 e^{-k_2 t}$, $k_2/k_1 \sim 1{,}25$

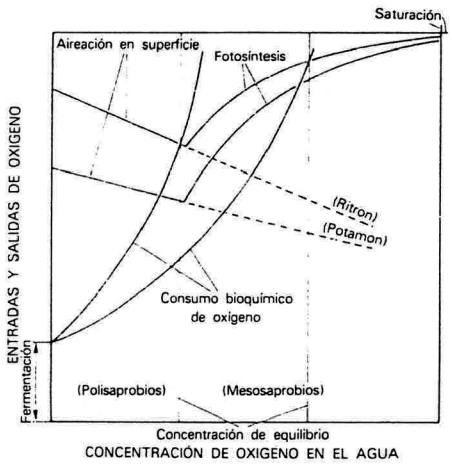


Figura 18-10 *Concentración de oxígeno en las aguas corrientes, considerado como un equilibrio entre las entradas (aireación en superficie + + fotosíntesis) y el consumo bioquímico dentro del agua. Cuando hay fotosíntesis, la dependencia de la luz hace que no exista un valor fijo de equilibrio, sino fluctuaciones de ritmo diario.*

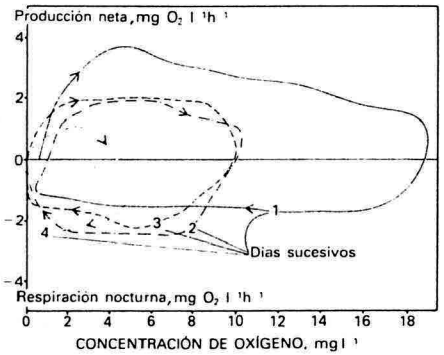


Figura 18-11 *Diagrama que muestra las concentraciones de oxígeno en días sucesivos en un modelo experimental de fosa séptica. La fotosíntesis y la respiración tienden a ajustarse alrededor de una concentración descendente del oxígeno disuelto en el agua. Con este descenso se asocia, en este caso, un incremento de* Paramecium *y* Brachionus. *Otros experimentos tienden a un balance positivo y a cierto aumento de la concentración de oxígeno. Según Uhlmann y Cramer* [100].

que es el punto de partida de posibles modelos particulares.

La concentración de materia orgánica a la salida de un segmento del río (M_s) se puede relacionar con su concentración a la entrada (M_e) por medio de una expresión análoga a la propuesta con relación al fósforo en los lagos (página 843)

$$M_e/M_s = 1 + (\text{descomposición/flujo})$$

Ambas fórmulas contienen sendos fundamentos de procesos de regulación. El acceso de oxígeno depende del déficit de saturación que es más o menos proporcional a la concentración de materia orgánica, de manera que la fracción de materia orgánica descompuesta depende de su concentración inicial, del mismo modo que la fracción de fósforo precipitado en un lago generalmente tiene correlación positiva con la carga. Se han propuesto modelos más detallados, pero su ajuste a cada situación requiere información muy minuciosa, porque hay numerosos factores difíciles de introducir directamente: forma y rugosidad del cauce, fracción de materia orgánica en disolución, o en forma de partículas detríticas, y su propensión a ser retenida sobre el fondo, lo cual, a su vez, depende del crecimiento de organismos o de detalles locales, como acumulación de ramaje, etc., la temperatura, la composición básica mineral del agua del río, y aun otros. Se reconoce gran importancia al factor de dilución de un vertido.

La transición más notable ocurre cuando se hace posible la respiración de organismos fotosintetizadores y éstos se desarrollan en masa, multiplicando el suministro de oxígeno. Prácticamente es el límite entre las comunidades polisaprobias y mesosaprobias. La tabla 16-9 enumera organismos usados como indicadores de contaminación; la tabla 18-6 es un complemento de aquélla, con una clasificación basada en principios poco diferentes (pág. 764).

En la literatura se encuentran referencias a organismos que sobreviven en condiciones asociadas a desagües de la industria de la celulosa, desagües ácidos de minas, hidrocarburos y productos de refinerías [21, 74], fenoles, destilerías de alcohol, detergentes, pesticidas y materiales más o menos inertes en suspensión [57, 58]; pero el repetir los nombres de los organismos mencionados en cada situación tiene poco objeto, ya que es insuficiente la base para aplicarles cualquier adjetivo. Sin embargo, ciertos nombres se repiten más que otros, como son los de *Navicula cryptocephala, Nitzschia palea, Stigeoclonium tenue*, diversas *Euglena, Scenedesmus, Ankistrodesmus* y volvocales (especialmente *Dunaliella* en aguas más o menos saladas) que son resistentes a muy diversos tipos

Tabla 18-6
Clasificación de algunos organismos vegetales, según el sistema de Fjerdingstad [34].

	Saprobiontes	Saprófilos	Saproxenos
Bacterias	*Thiospirillum violaceum* *Thiocystis violacea* *Thiopedia rosea* *Lamprocystis roseopersicina* *Chromatium okeni* *Chromatium vinosum* *Vannielia aggregata* *Achromobacter roseus* *Chlorobacterium aggregatum* *Chlorobium limicola* *Thiospira agilis* *Thiospira agilissima* *Thiovulum majus* *Thiovulum mülleri* *Zooglea ramigera* *Spirillum rugula* *Spirillum tenue* *Spirillum undula* *Spirillum volutans* *Azotobacter agilis* *Sphaerotilus natans* *Beggiatoa alba* *Beggiatoa minima* *Achromatium oxaliferum* *Thiothrix nivea* *Thiothrix tenuis* *Spirochaeta plicatilis*	*Lampropedia hyalina*	
Hongos	*Fusarium aquaeductum* *Leptomitus lacteus*		
Cianofíceas	*Oscillatoria brevis* *Oscillatoria chlorina* *Oscillatoria chalybea* *Oscillatoria formosa* *Oscillatoria lauterboni* *Oscillatoria minima* *Oscillatoria putrida* *Oscillatoria redekei* *Oscillatoria tenuis* *Oscillatoria terebriformis* *Spirulina jenneri* *Pseudanabaena catenata* *Anabaena constricta*	*Oscillatoria amphibia* *Oscillatoria curviceps* *Oscillatoria limosa* *Oscillatoria splendida* *Phormidium autumnale* *Phormidium favosum* *Phormidium foveolarum* *Phormidium molle* *Phormidium tenue* *Phormidium uncinatum* *Anabaena cylindrica* *Plectonema nostocorum*	*Aphanothece stagnina* *Phormidium retzii* *Phormidium papyraceum* *Phormidium subfuscum* *Phormidium inundatum* *Phormidium angustissimum*
Flagelados	*Bodo caudatus* *Bodo celer* *Bodo edax* *Bodo globosus* *Bodo minimus* *Bodo putrinus* *Cercobodo longicauda* *Anthophysa vegetans*		
Criptomonadales		*Cryptomonas erosa* *Cryptomonas ovata*	
Crisofíceas		*Synura uvella*	

Tabla 18-6
(Continuación)

	Saprobiontes	Saprófilos	Saproxenos
Diatomeas		*Melosira varians*	*Meridion circulare*
		Diatoma vulgare	
		Achnanthes minutissima	
		Navicula crytocephala	
		Navicula viridula	
		Gomphonema parvulum	
		Nitzschia palea	
		Hantzschia amphioxys	
		Bacillaria paxillifer	
		Cymatopleura solea	
Heterocontas			*Tribonema bombycinum*
			Tribonema minus
			Vaucheria sessilis
Clorofíceas	*Chlamydomonas debaryana*	*Chlamydomonas reinhardti*	*Ulothrix aequalis*
	Chlamydomonas ehrenbergi	*Gonium pectorale*	*Chaetophora elegans*
	Polytoma uvella	*Gonium sociale*	*Chaetophora incrassata*
	Spondylomorum quaternarium	*Pandorina morum*	*Draparnaldia glomerata*
	Pyrobotrys gracilis	*Eudorina elegans*	*Cladophora crispata*
	Chlorella pyrenoidosa	*Volvox aureus*	*Cladophora glomerata*
		Ulothrix subtilissima	*Rhizoclonium hieroglyphicum*
		Ulothrix tenerrima	*Hydrodictyon reticulatum*
		Ulothrix zonata	*Spirogyra crassa*
		Hormidium subtile	*Spirogyra fluviatilis*
		Enteromorpha intestinalis	*Spirogyra tenuissima*
		Stigeoclonium tenue	
		Microthamnion kuetzingianum	
		Coleochaete scutata	
		Cladophora fracta	
		Chlorella vulgaris	
		Spirogyra decimina	
		Spirogyra neglecta	
		Spirogyra varians	
		Closterium acerosum	
		Closterium leibleni	
		Closterium moniliferum	
		Cosmatium botrytis	
Euglenales	*Euglena viridis*	*Euglena acus*	
	Euglena spathirhyncha	*Euglena deses*	
		Euglena ehrenbergi	
		Euglena fusca	
		Euglena gracilis	
		Euglena intermedia	
		Euglena mutabilis	
		Euglena oxyuris	
		Euglena pisciformis	
		Euglena sanguinea	
		Euglena sociabilis	
		Euglena spirogyra	
		Euglena variabilis	
		Lepocinclis ovum	
Rodofíceas			*Bangia atropurpurea*
			Batrachospermum moniliforme
			Lemanea fluviatilis
			Hildenbrandia rivularis

de contaminación y, en el sistema de los saprobios, se colocan hacia la zona de los mesosaprobios. Son organismos que pueden medrar en un amplio espectro de condiciones, y, seguramente, cada nombre cubre numerosas cepas de características fisiológicas no coincidentes.

En la problemática del uso y contaminación de las aguas corrientes se incluye el aspecto sanitario, concerniente a la persistencia y aun a la multiplicación en las aguas contaminadas de bacterias patógenas (*Escherichia, Vibrio, Salmonella*, etcétera), virus relacionados con parálisis, meningitis, hepatitis, gastroenteritis, afecciones respiratorias, y aun de vehículos de parásitos (gasterópodos, larvas de dípteros). El problema aparece en toda clase de aguas y no se conoce el significado que los microorganismos patógenos para el hombre pueden tener en el mantenimiento y dinámica de los ecosistemas.

Los ríos llevan contaminantes, externos o generados en el agua, y aun microorganismos a otros ecosistemas. La introducción de agua con materia orgánica en acuíferos subterráneos puede favorecer indirectamente la multiplicación de microorganismos potencialmente patógenos, o bien, si atraviesan capas con sulfatos, el desarrollo de reductores que introducen SH_2 en el agua, lo cual no es deseable o, por lo menos, rebaja la calidad del agua. En este sentido son especialmente peligrosos los vertidos de basuras sobre macizos cársticos, o en depresiones de terrenos menos permeables, pero que han sido excavados hasta la capa freática.

La expulsión de las aguas residuales, o de ríos contaminados, al océano, sin tratamiento o con un tratamiento sencillo, a través de emisarios submarinos, se acepta y aun se justifica en muchas situaciones [7, 68]. Ecológicamente parece correcto diluir un exceso de material orgánico, potencialmente fertilizante, en un ecosistema de

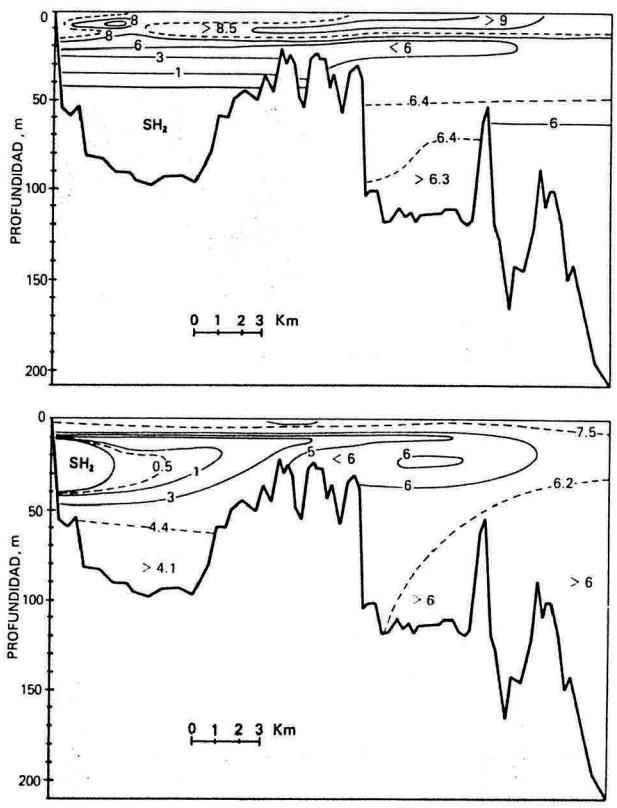


Figura 18-12 *Secciones del fiordo Frier-Langesundsbukta, Noruega, con las concentraciones de oxígeno el 12 a 14 de marzo de 1974, arriba, y el 23 al 24 abril 1974, abajo. En semejante tipo de aguas se pueden observar cambios importantes sobre breves períodos de tiempo, con riesgo de anoxia. Según Molvoer y Magnusson* [63].

producción primaria baja, que lo es fundamentalmente por limitación de nutrientes. Las consideraciones en contra se dirigen especialmente a la presencia de metales pesados u otros contaminantes industriales, y de organismos potencialmente patógenos. También se objeta a la degradación estética de las playas, en las que resulta particularmente peligrosa la contaminación del agua intersticial, cuya difusión es lenta, especialmente en mares sin mareas, y que funciona como una reserva o almacén de microorganismos. El conocimiento de las condiciones locales de difusión en torno a la pluma del vertido puede ayudar a elegir la posición más adecuada de los emisarios, que deberán estar lo suficientemente por debajo de la termoclina estival, como para evitar las rompientes de sus ondas internas junto al declive de la costa. La inyección del agua dulce en profundidad genera un moderado afloramiento que contribuye a la dispersión de los materiales y a la fertilización local del área. Los materiales más densos se extienden en forma de delantal, a la salida del emisario, y son colonizados por mesosaprobios marinos y por una fauna característica detritívora (*Capitella*, etc.). Para evitar un consumo excesivo de oxígeno en un estrato de poco espesor, es mejor que la zona donde se desparraman los sedimentos sea en declive convexo suficiente, y no es aconsejable usar para ello cañones submarinos, donde los cambios ecológicos pueden ser de mayor alcance e imprevisibles.

Los vertidos deben proscribirse en estuarios, fiordos y rías, donde, en función del régimen hidráulico, pueden determinar un consumo excesivo de oxígeno en estratos determinados (figura 18-12).

Tanto en los conos costeros de sedimentos, como en los sedimentos de los lagos y ríos se constata generalmente un aumento en la concentración de metales pesados, que vienen principalmente de desagües industriales y de los compuestos de plomo procedentes de la combustión de la gasolina. En el equilibrio normal de las aguas, los compuestos de dichos metales son poco solubles. A lo largo de los ríos se puede dar cierta segregación pues, aparte de divergencias locales en la composición de los vertidos, se presentan efectos de movilización local y de reprecipitación aguas abajo. Se podría ver aquí un proceso comparable a una cromatografía, en el que el agua del río, actuando como solvente, conduce a una segregación lineal de distintos compuestos en el sedimento. Sin embargo, los ejemplos más o menos bien estudiados, como son los sedimentos de los ríos europeos, no muestran gran regularidad. Simplemente manifiestan el enriquecimiento en metales de las áreas industrializadas (fig. 18-13). En realidad, el espectro de metales presentes en el sedimento de los ríos de un país, es el mejor indicador del grado de industrialización del área. La diversidad de metales se relaciona con el grado de diversificación industrial.

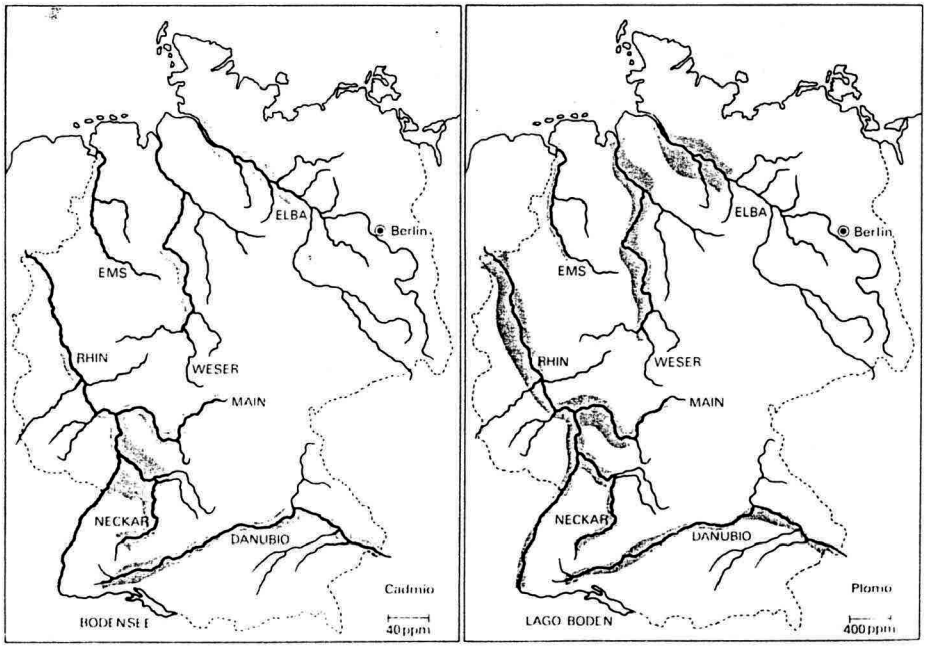


Figura 18-13 *Contenidos de cadmio y plomo, en partes por millón, en la fracción de arcilla de los sedimentos de ríos importantes de la República Federal Alemana. Según K. Banat, U. Förstner, G. Müller* (Naturwiss., *59:525, 1972).*

Las aguas residuales tienen frecuentemente una temperatura más alta que la de los ríos naturales, por mezcla con agua caliente doméstica, efecto de la temperatura del microclima de las ciudades y, a veces, por la mezcla con agua que se ha utilizado en la refrigeración de plantas productoras de energía. Es indeseable una productividad alta en las instalaciones de refrigeración, porque estimula el desarrollo de adherencias orgánicas, que reducen la eficiencia al disminuir la turbulencia junto a las superficies de cambio de calor y pueden acelerar la corrosión.

La combinación de aguas residuales y de desagües calientes al mar se podría utilizar para organizar sistemas muy productivos o, por lo menos, para facilitar la desecación de barros residuales de la depuración. La temperatura alta intensifica la respiración y favorece la desnitrificación por lo que, como consecuencia final, no es raro que favorezca el desarrollo de cianofíceas.

La distribución de algunas características sinópticas de los ecosistemas acuáticos, a lo largo de los ríos y en función de la contaminación, puede ayudar a reconocer las conexiones entre el estado actual y un pasado inmediato, como son los pigmentos vegetales presentes en el seston y en el sedimento (fig. 16-19). La diversidad ha sido propuesta una y otra vez como indicadora de contaminación (pág. 178). Las contaminaciones orgánica, química y térmica deprimen la diversidad de las comunidades, no sólo porque eliminan muchas especies menos resistentes, sino también por el dinamismo más intenso de las comunidades forzadas que, de ordinario, son muy fluctuantes. Pero es difícil formular reglas generales, porque las relaciones dependen de los grupos elegidos para medir la diversidad, o bien de si se usan diversidades puntuales o espectros de diversidad.

Las relaciones de tensión entre ecosistemas plantean el estudio de las diversidades comparadas entre el ecosistema forzador y el forzado. En el caso de explotación simple, la diversidad es mayor en el sistema explotador, pues toda explotación suele llevar al resultado de substituir individuos de especies raras por individuos de especies que ya eran comunes. Las aguas corrientes ofrecen ejemplos de estas y de otras relaciones, y éste puede ser el lugar de introducir

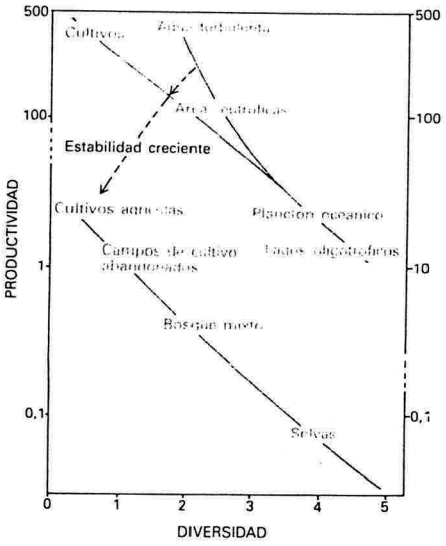


Figura 18-14 *Relaciones aproximadas entre la productividad (producción primaria anual por biomasa total) y la diversidad, en varios ecosistemas, muy idealizado. La escala de productividad está cortada diagonalmente. Los ecosistemas explotados o bajo tensión quedan en el ángulo superior izquierdo. Los sistemas de alto dinamismo tienen baja diversidad, pero las relaciones son diferentes según la estructura de los ecosistemas.*

nuevas consideraciones que complementan otros comentarios en torno al concepto de diversidad (pág. 302).

Las comunidades tienden a una diversidad máxima, algo más de 5 bits en la forma corriente de hacer las determinaciones, que se da cuando la tasa de renovación tiende a cero ($P/B \to 0$). Cuando la tasa de renovación de la población se acelera, la diversidad disminuye (fig. 18-14). De manera aproximada se puede poner, designando como K al límite superior de la diversidad ($\sim 5{,}5$ bits) y H a la diversidad real,

$$K - H \sim \log ([P/B] + 1)$$

Si consideramos dos compartimentos contiguos, a y b y hacemos $P/B = (P/R) \cdot (R/B)$

$$K - H \sim \log (|P/R|\ |R/B + R/P|)$$
$$K \sim H_a + \log (P_a/R_a) + \log (R_a/B_a + R_a/P_a)$$
$$K \sim H_b + \log (P_b/R_b) + \log (R_b/B_b + R_b/P_b)$$

Cuando dos sistemas están conectados y uno de ellos exporta materia orgánica al otro, sus valores respectivos P/R son complementarios y más diferentes que los últimos términos en las ecuaciones precedentes. Para que ambos subsistemas se hallen en equilibrio, se ha de suponer que la diversidad será menor en el subsistema con el cociente P/R más alto, o sea el caracterizado por el predominio de autótrofos. En el sistema heterotrófico acoplado, con exceso de respiración, la diversidad puede ser alta (lagos distróficos) o más bien baja (lagos eutróficos, ríos contaminados), pero la persistencia será alta en el primer caso. Estas consideraciones hacen ver que no existe oposición sustancial entre datos empíricos sobre la diversidad en sistemas acoplados y ciertas construcciones conceptuales.

REFORMULACIÓN DE PROBLEMAS PRÁCTICOS

El hombre explota y fuerza los ecosistemas de su entorno (fig. 18-2). La respuesta es previsible en sus líneas generales, y ambivalente. De una parte se da un aumento de la productividad y de la tasa de renovación; de otra parte se presentan características de retardo que disuaden de continuar el uso. Las consecuencias de la eutrofización y de la contaminación tienen este carácter de freno, que se puede interpretar como otro aspecto del comportamiento homeostático de la biosfera. Evidentemente no es posible forzar los ecosistemas más allá de cierto punto; su manejo óptimo pide un conocimiento mínimo.

Se puede hacer referencia a temas ya tocados e introducir algunos comentarios nuevos, dentro de tres secciones, que se pueden titular: diagnosis, terapia y profilaxis. Este lenguaje médico es oportuno también en relación con la terapia o tratamiento, donde caben diversas actitudes: tratar solamente los síntomas, preocuparse por la enfermedad del ecosistema, o aun por el enfermo concreto, por las características particulares de cada lago o río forzado. Todo esto no excluye creer en la magia de los modelos matemáticos complicados [12, 62, 74], o en las oficinas de la administración. Estas últimas plantean, a su vez, una problemática especial en la interfase entre diagnóstico y tratamiento, que concierne a los criterios de decisión.

Diagnosis y vigilancia

El concepto de eutrofia y especialmente el de contaminación corresponden a una percepción humana de la calidad del ambiente, pero no es difícil ponerlos de acuerdo con variables limnológicas que se pueden medir con más rigor.

Ordinariamente se seleccionarán cierto número de variables de control y vigilancia. Conocimientos que se poseen acerca de las relaciones mutuas en redes de variables (fig. 3-10) pueden ayudar a elegir las más convenientes, entre aquellas que sean de medición más fácil y con menos error y estén más altamente correlacionadas con el mayor número posible de otras variables importantes. Muchas veces tendrá que introducirse el criterio de preferir aquellas variables que se pueden medir de manera automática y continua. Una red de variables cuyas relaciones mutuas expresen nuevas variables intensivas, como, por ejemplo, número de células, clorofila y producción primaria en el fitoplancton, se podrá substituir ventajosamente por una red análoga, pero utilizando variables diferentes y de medición automática, como, por ejemplo, en este caso, contador óptico o electrónico de partículas, medida de la fluorescencia y medida de la producción por variaciones de oxígeno o por comparación de la fluorescencia entre agua no tratada y agua en la que se ha inhibido la fotosíntesis. Puede haber dudas en la correspondencia entre las valoraciones de clorofila tal como las suele hacer el limnólogo y una simple medida de la fluorescencia —criticable también en aguas sucias, porque hay muchos contaminantes que son fluorescentes—, pero las dudas serán menores cuando no se comparan simples variables, sino relaciones entre conjuntos de variables.

En varios lugares nos hemos referido a los organismos indicadores [34, 47, 58] (figs. 18-15 y 18-16). El papel del fósforo en la eutrofización de los lagos fue ilustrado muy convincentemente (E. Thomas) enseñando el crecimiento de las algas en matraces llenos de agua de distintas procedencias y enriquecidas con fósforo. En el análisis biológico de los ríos se han usado los portaobjetos o piezas de plástico sumergidas en el agua, para examinar luego el tipo de material que sobre los mismos se deposita. Patrick y colaboradores han usado el método con asiduidad e incluso han inventado el nombre algo pedante de diatómetro para el soporte de las placas. Si se cree disponer de especies cultivables que responden a la definición o al ideal de organismo mesosaprobio o polisaprobio, se puede examinar su grado de desarrollo en el agua problema, filtrada o sin filtrar y deducir de la respuesta la calificación más apropiada para el agua en cuestión.

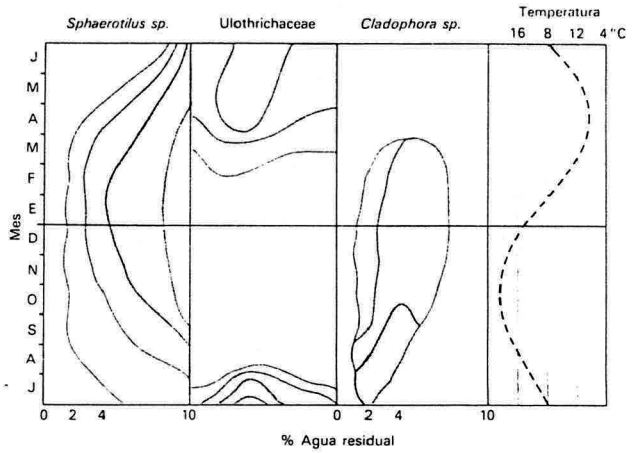


Figura 18-15 *Distribución de diversos microfitos en un gradiente de contaminación, definido por proporciones crecientes de agua de cloaca, procedente de la ciudad de Zürich y con una DBO_5 de 90 a 150 mg O l $^{-1}$. Flujo de 8 l s $^{-1}$, poblaciones desarrolladas debajo del vertido con el agua diluida. Observaciones repetidas a lo largo del año, bajo diferentes temperaturas. Según E. Eichelberger* (Schweiz. Z. Hydrol., *37:21-34, 1975).*

Escherichia coli requeriría un medio polisaprobio, ciertas cepas de *Scenedesmus* corresponderían al medio mesosaprobio [83]. Actualmente está de moda el uso de *Selenastrum capricornutum* como reactivo biológico de usos múltiples (Skulberg, edit., 1978). La velocidad de desarrollo y la biomasa producida indican la reserva de nutrimento en un agua y la falta de desarrollo puede señalar la presencia de inhibidores específicos (metales, etc.). Todos estos experimentos requieren ser comparados con la marcha de cultivos en medios conocidos. Los experimentos pueden hacerse en cultivos discontinuos, en matraces, o bien exponiendo a los organismos prueba dentro de cámaras con paredes permeables al nutrimento disuelto en el agua a estudiar. *S. capricornutum* se comporta como oligosaprobio-mesosaprobio. Entre otros organismos utilizados para ensayos, dentro de bolsas de plástico con paredes perforadas y tubos de cristal cerrados por filtros de ésteres de celulosa, se cuentan otras clorofíceas de los géneros *Chlorella, Scenedesmus* y *Cladophora (Pithophora)*. Para análisis biológicos y toxicológicos se han utilizado frecuentemente animales, como *Daphnia* y los peces *Salmo* y *Phoxinus* [57, 112]. La crítica más importante que puede hacerse al uso de pruebas biológicas, basadas en cepas determinadas, es la inconstancia de las poblaciones y su adaptación bastante rápida a nuevas condiciones ambientales, incluyendo la presencia de sustancias que, al principio, eran consideradas tóxicas.

No sólo la presencia de ciertas especies o el grado de desarrollo de las poblaciones son indicadoras, sino también la forma de los individuos. Tonolli y Vollenweider [95] señalan una gran proporción de ejemplares monstruosos de *Synedra acus* en el lago de Orta, contaminado con cobre. Se ha señalado el tamaño particularmente pequeño de algunas clorofíceas *(Actinastrum, Pediastrum, Scenedesmus)* en aguas polutas, respuesta parecida a la que se da frente a temperaturas altas y a aguas eutróficas. Las formas de crecimiento de *Sphaerotilus natans* y de otras bacterias son función de las características del medio y, en este sentido, tienen valor indicador.

Decisión

La información limnológica general, más los datos suplementarios proporcionados por técnicas de seguimiento más especializadas como las que se acaban de mencionar, ha de contribuir a modificar la acción humana sobre los ecosistemas. Esta respuesta puede decidirse con referencia a cierta variable clave o guía, como puede ser la concentración de fósforo en un lago o la DBO en un río. En virtud de los valores alcanzados por esta variable, pueden proponerse determinadas decisiones, desde adecuar el funcio-

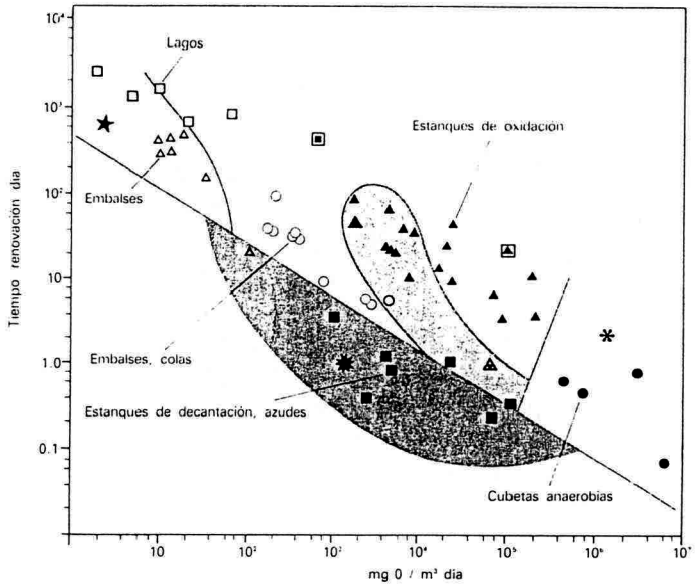


Figura 18-16 *Relación entre la carga de materia orgánica, la velocidad de renovación y las características del plancton que se desarrolla en el agua. Carga de materia orgánica expresada en oxígeno, como la suma de la DBO_5 y del consumo de permanganato, en abscisas. Tiempo medio de residencia, en días, sobre las ordenadas. Sobre el gráfico se sitúan diversos ejemplos reales: círculos llenos, cubetas anaerobias que preceden a estanques de oxidación; triángulos, estanques de oxidación y acuarios experimentales; cuadrados llenos, estanques de decantación anteriores a embalses, azudes; círculos blancos, embalses y estanques próximos a ríos; triángulos vacíos, embalses; cuadrados vacíos, lagos. Los distintos ejemplos se han agrupado en cierto número de áreas caracterizadas por los grupos dominantes; tanto el escaso nutrimento como el flujo excesivo conducen a un pobre desarrollo del plancton. Según Uhlmann* [97].

namiento de las instalaciones de depuración hasta proponer la prohibición total de los vertidos. Desde el punto de vista de la administración, parece como si bastantes problemas ambientales consistieran simplemente en encontrar el valor de una variable, de control o de vigilancia, en el ecosistema o en el medio, que conviene que no sea rebasada. Este límite se adopta en la legislación o en los reglamentos. Por ejemplo, la carga de fosfato, en nuestro caso no puede exceder de cierto valor que se especifica, so pena de caer en una zona de peligro. La ley pretende hacer una clasificación de las situaciones, según que queden a uno o a otro lado de cierto valor, y de acuerdo con el lado al que queden, la acción que deberá emprenderse será diversa. Al limnólogo se le pedirá, por ejemplo, que proponga un límite en relación con una sola variable, como por ejemplo, la concentración permitida de fósforo en un lago —o de metal en un afluente—. Se pretende, a veces de manera explícita, que ciertos valores en las entradas se pueden considerar inocuos, o bien que se puede señalar una zona de precaución y peligro, entre un área de estabilidad, cualquiera que sea el significado que se dé a esta palabra, y una zona donde puede ocurrir una catástrofe. La respuesta más simple, como en nuestro caso del fósforo, es que es imposible reconocer una discontinuidad, pues la relación entre las entradas o causas y las salidas o efectos, depende de muchas variables. En realidad nos encontramos ante una función complicada que ha de describir un mecanismo complejo y sólo parcialmente explorado. Posiblemente la relación no es expresable, tanto por ser siempre algo incierta, como por la simple razón que no es posible convertir la legislación

en un tratado de ecología, lo cual es especialmente pertinente en el sistema de la regulación de la eutrofización, a través del fósforo, que estamos considerando.

El limnólogo, en este caso, debe entender que la legislación ha de incluir alguna referencia cuantitativa y se le puede convencer que la proponga. El limnólogo desea asegurarse y aquí aparece otra dificultad. El limnólogo se puede situar en el papel de un ingeniero que construye un puente, y que va a adoptar un elevado factor de seguridad. De esta forma se podría sugerir un límite varias veces más bajo que el razonable, suponiendo que, aunque todos los otros factores vayan en contra, probablemente no saldremos de la zona de seguridad. Ahora bien, adoptando factores de seguridad como se usan habitualmente en la construcción de puentes y edificios apenas podríamos modificar la naturaleza. Hay que reconocer que los problemas ambientales son de tal índole que no permiten adoptar factores de seguridad altos, sino, por el contrario, muy pequeños, más bien parecidos a los que los mismos ingenieros utilizan en la construcción de grandes aviones o de instalaciones nucleares. Pero en ecología aplicada, a pesar de que se aceptan factores de seguridad muy bajos como cosa normal y quizá inevitable, la ciencia y la tecnología que se aplican al llevar a la práctica las recomendaciones, en general distan mucho de ser relativamente tan avanzadas. Hay el caso de centrales productores de energía nuclear, en las que se han tenido presentes las recomendaciones de acuerdo con el estado más avanzado de la técnica; pero cuyo entorno natural ha sido totalmente descuidado, hasta el punto de infravalorar groseramente la carga térmica sobre las aguas naturales que utilizan para evacuar el calor. La existencia de estos contrastes atestigua deficiencias fundamentales en el enfoque global del problema.

Tratamiento

La depuración del agua consiste en acelerar o intensificar los procesos naturales de retorno de los sistemas forzados [15, 96, 97, 98, 100]. Se facilita la mineralización de la materia orgánica aumentando la disponibilidad de oxígeno y la separación de elementos clave en precipitados que sedimentan (fig. 16-29). Si el agua se desliza sobre una amplia superficie formando una película delgada, tanto el acceso de oxígeno como la persistencia de comunidades se asemejan a los ecosistemas higropétricos. Este procedimiento se reserva para aguas muy ricas en materia orgánica, con una DBO de 100 a 150 mg O_2. Si se acelera la descomposición de materia orgánica por inyección de aire, se suele acompañar con la precipitación de materiales en suspensión por medio de algún coagulante inerte desde el punto de vista biológico, como $Al_2(SO_4)_3$, que reacciona con el $Ca(HCO_3)_2$ o el $CaCO_3$ del agua para dar $Al(OH)_3$ que forma copos voluminosos si el pH es apropiado. Fe Cl_3, Fe SO_4, y $CaCO_3$ en agua de poca alcalinidad, separan e inmovilizan el fósforo. El material coagulado se deja reposar y se retira, pero parte del material, que contiene muchos microorganismos, se deja en el sistema o se retorna a él, como inseminante a la entrada. Existen numerosas variantes técnicas de este procedimiento, que pretende rebajar la DBO_5 al 10 % de su valor inicial. Los organismos presentes dependen de otras características del agua y afectan a la floculación y clarificación. Al final suele añadirse cloro al agua como bactericida; el cloro forma compuestos con amonio y otras substancias que a veces dan sabor desagradable al agua y en parte se oxidan y destruyen con más cloro.

El destino de los elementos limitantes es de la mayor importancia. En condiciones anóxicas (digestión anaerobia) hay desnitrificación; pero los compuestos amoniacales que quedan se oxi-

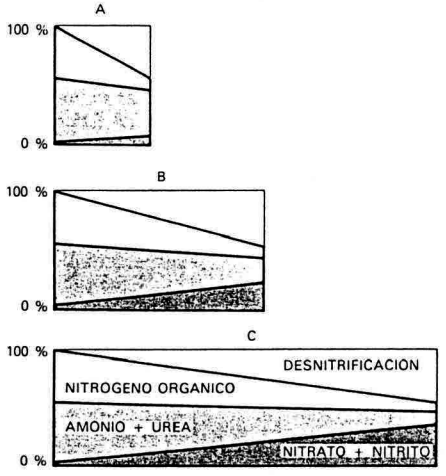


Figura 18-17 *Pérdida de nitrógeno o cambio de la composición del nitrógeno orgánico e inorgánico, como consecuencia de la operación de procedimientos biológicos de depuración. La dimensión horizontal de las figuras es proporcional al tiempo. Los diversos procedimientos actúan con distinta rapidez, pero conducen a una pérdida de nitrógeno semejante. A, método de Zigerli; B, sistema goteante con aireación forzada; C, tratamiento total. Según Zehender* [113].

dan luego fácilmente [15, 113]. Si no hay separación avanzada del fósforo, la falta de nitrógeno favorece selectivamente a las cianofíceas. La composición biológicamente equilibrada del agua a depurar facilita el proceso, y se puede conseguir mezclando distintos vertidos en las proporciones apropiadas. De otra manera se pueden tener proliferaciones secundarias más tarde. Diversos contaminantes químicos pueden entorpecer el proceso.

Desde antiguo se han usado filtros para clarificar el agua, pero requieren una extensión de la que raramente se dispone. La película de organismos encima de la arena, bien iluminada, es muy efectiva en la remoción de nutrientes. Si la película orgánica es muy gruesa, o también en conductos por debajo de los filtros, se pueden originar condiciones reductoras que no favorecen la calidad del agua. Igualmente efectivo es hacer circular el agua a través de un suelo rico en vegetación.

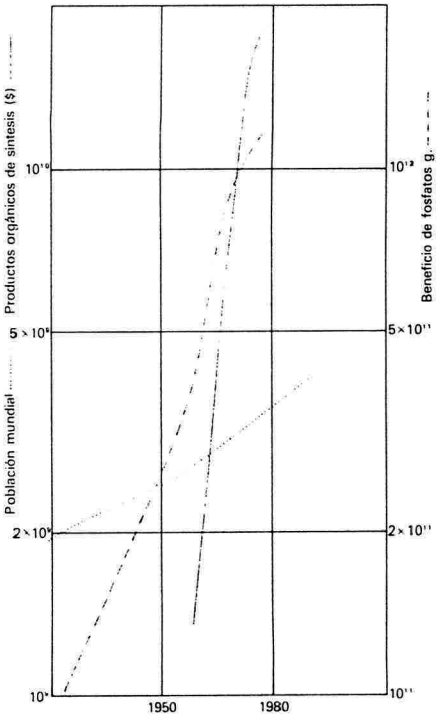


Figura 18-18 *Cómo han variado en el tiempo las causas de la carga de eutrofización que pesa sobre las aguas naturales. En el pasado, la población era más importante que el beneficio de fosfatos y que la industria química; ahora, las relaciones se han invertido. Según Stumm* [88].

Lo ideal es que los materiales sólidos del agua queden en forma de barros estables, es decir, que no contienen organismos patógenos ni dan mal olor y que cambian lentamente en un proceso de humificación, es decir, con destrucción y desaparición de la materia orgánica más lábil [45].

Los tratamientos adoptados no se pueden incorporar en una rutina muy rígida. El uso de coagulantes ofrece un ejemplo apropiado. Puede ser correcto utilizar una dosis elevada, para cubrir casi todas las eventualidades, pero es más económico y preserva mejor la calidad del agua si se añaden no más que en la cantidad necesaria, lo cual, a su vez, requiere cierto control mínimo seguido de la calidad del agua.

Combatir síntomas concretos se justifica, frecuentemente, como una solución de urgencia, pero a veces no hace más que retardar el remedio. Ejemplos: El desarrollo de masas de algas se ha combatido con sulfato de cobre, que se usó, por ejemplo, en los lagos de Wisconsin entre 1920 y 1960, primero en el Monona, luego en el Waubesa, y algunos años se echaron más de 20 toneladas de cobre, lo cual puede compararse con los estragos causados en el lago de Orta. La eficacia fue menor en Wisconsin, pues en agua de reserva alcalina alta se inmoviliza rápidamente. Y después proliferan otras algas.

La disminución de oxígeno en el hipolimnion se ha intentado remediar inyectando aire u oxígeno [10], lo que mantiene en el ciclo a más nutrientes y pospone la solución del problema causado por su exceso. Aunque se ha intentado mejorar o modificar el procedimiento procurando que la oxigenación del agua no perturbe demasiado la estabilización, inevitablemente hay cierto efecto positivo sobre la productividad, que es lo que se desearía evitar. La desestratificación puede tener otros efectos indeseables, como llevar fuera de su nivel y matar densas poblaciones de *Ceratium*, con el consiguiente enriquecimiento en materia orgánica. Así ocurrió en un lago de Ontario, estudiado por Nicholls *et al.* (*Freshw. Biol.*, 10; 553-561, 1980).

El manejo de los embalses, con desagüe profundo, permite evacuar agua del hipolimnion y también sedimento reciente en suspensión. Este tratamiento puede aligerar ciertas tensiones en el lago; pero transmite la tensión a los emisarios, donde se pueden producir situaciones indeseables (pág. 795). También se puede incidir, aunque no rápidamente, en la biología de embalses y lagos, a través de la propagación o de la explotación de plantas y de peces.

Proyectos de recuperación y mejora de lagos suecos combinan diversos procedimientos, como aireación del hipolimnion evitando perturbar la estratificación, extracción de sedimento y de vegetación y regular el desarrollo de la nueva vegetación litoral.

Se ha propuesto el sellado de un sedimento con materiales inertes, como la bentonita (Ohle, 1972), para retardar el retorno del fósforo. En situaciones extremas se ha recurrido a sulfato alumínico o a cloruro férrico, para precipitar nutrientes, aplicando a gran escala el tratamiento habitual en las instalaciones de preparación de agua.

Prevención

La mejor profilaxis es suprimir o desviar la entrada de los agentes de contaminación o eutrofización, como en el mencionado lago Washington, o en el lago de Annecy, en Francia, cuya eutrofización, creciente desde 1937, ha tratado de ser combatida desviado los aportes entre 1964 y 1975. Hay que llevar al máximo el grado de depuración de las aguas que se retornan a un río. Debería exigirse que el usuario extrajera el agua más abajo del punto en que la retorna.

El lector sabrá perdonar mi insistencia al recordar de nuevo unos pocos temas esenciales:

La presión de la civilización sobre los ecosistemas naturales depende de la densidad local de la población, pero aún más de la energía externa utilizada. La carga se configura de manera distinta a medida que pasa el tiempo (fig. 18-18). La tensión sobre los ecosistemas terrestres se transmite a los ecosistemas acuáticos, que indican el estado de salud de todos los ecosistemas dentro de toda la cuenca. Las necesidades de agua aumentan a medida que la calidad de la misma disminuye: muy pronto la situación va a ser grave y hay que prever y contrarrestar cambios previsibles. No se puede abusar de la dilución de los vertidos contaminantes; es un proceso entrópico de elevado costo social. Hay una obligación moral de no hipotecar el futuro, obligación que no cumplimos al acumular materiales cuyo retorno va a crear problemas, como son el fósforo y los materiales radiactivos, y en menor grado los metales, que van al sedimento.

Bibliografía

1 Ahl, T. y T. Willén, 1965. Mälarundersökningen — en presentation. *Särtryck u. Svensk Naturvet.*, (1965): 301-316.

2 Ambühl, H., 1975. Heutiger Zustand und zukünftige Entwicklung der Alpenrandseen. *Jahrbuch f. Umweltschutz*, (1975): 11 págs.

3 Ambühl, H., 1975. Versuch der Quantifizierung der Beeinflussung des Ökosystems durch chemische Faktoren: Stehende Gewässer. *Schweiz. Z. Hydr.*, 37: 35-52.

4 Banat, K., U. Förstner y G. Müller, 1972. *Naturwissenschaften*, 59: 525.

5 Barbanti, L., C. Bonacina, G. Bonomi y D. Ruggiu, 1972. *Lago d'Orta: Situazione attuale e previsioni sulla sua evoluzione in base ad alcule ipotesi d'intervento.* Ist. Ital. Idrobiologia, Pallanza, 113 págs.

6 Barrett, G. W., G. M. VanDyne y E. P. Odum, 1976. Stress ecology. *BioScience*, 26: 192-194.

7 Bascom, W., 1974. The disposal of waste in the ocean. *Scientific American*, agosto 1974, 16-25.

8 Beeton, A. M., 1969. Changes in the environment and biota of the Great Lakes. In *Eutrophication*, Nat. Acad. Sci., Washington, páginas 150-187.

9 Beeton, A. M. y W. T. Edmondson, 1972. The eutrophication problem. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29: 673-682.

10 Bengtsson, L., H. Berggren, O. Mayer y B. Verner, 1972. *Restaurering av Sjöar med kulturbetingat Hypolimniskt syrgasdeficit.* Limnol. Inst., Lunds Univ, Centrale Fysiklabor; Atlas Copco AB.

11 Benndorf, J., 1979. A contribution to the phosphorus loading concept. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 64: 177-188.

12 Biswas, A. K. (edit.), 1981. *Models for water quality management*. McGraw-Hill Int. Book Co., 348 págs.

13 Bloesch, J., 1974. Sedimentation und Phosphorhaushalt im Vierwaldstättersee und im Rotsee. *Schweiz. Z. Hydr.*, 36: 71-186.

14 Brezonik, P. L., 1972. Nitrogen: Sources and transformation in natural waters. In *Nutrients in natural waters*, edit. Allen y Kramer, Wiley Intern., New York, págs. 1-50.

15 Brouzes, P., 1968. Automated activated sludge plants with respiratory metabolism control. *Fourth intern. Conf. Water pollution res.*, Prague, 12 págs.

16 Bührer, H. y H. Ambühl, 1975. Die Einleitung von gereinigtem Abwasser in Seen. *Schweiz. Z. Hydrologie*, 37: 347-369.

17 Canfield, D. E. y R. W. Bachmann, 1981. Prediction of total phosphorus concentrations, chlorophyll a, and Secchi disk depths in natural and artificial lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 414-423.

18 Carlson, R. E., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22: 361-369.

19 Chang, W. Y. B., R. A. Moll, R. J. Cornett y F. H. Rigler, 1980. Prediction of hypolimnetic

TEXTO 6

Foguelman, Dina. & Elizabeth González Urda (1994) "El ecosistema río" (capítulo 2, 77-96) y "Las aguas bajan turbias" (capítulo 4, 127-156), en *El agua en Argentina*. Buenos Aires: Prociencia-CONICET.

ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

EL AGUA EN ARGENTINA

PRO CIENCIA Conicet

Ministerio de Cultura y Educación de la Nación

PROGRAMA DE PERFECCIONAMIENTO DOCENTE

ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

EL AGUA EN ARGENTINA

DINA FOGUELMAN
ELIZABETH GONZALEZ URDA

Actividad N°14 : Clave abierta.

Actividad N°15

Tal vez la mayor diferencia con la realidad que encontramos en el modelo propuesto, es que las cuencas reales no presentan una uniformidad tan grande de la pendiente regional, sino que ésta va cambiando de un modo gradual, continuo, lo que motiva que las características de los ecosistemas que forman parte de la cuenca vayan modificándose también de manera gradual.

Actividad N°16

Clave abierta, depende de características locales.

CAPÍTULO II

El ecosistema río

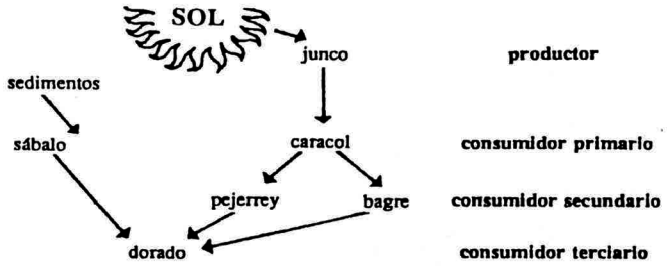
ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: PARECIDOS PERO NO IGUALES

En la Introducción hemos enunciado los conceptos básicos que caracterizan a los ecosistemas. Los ríos también se organizan como ecosistemas. Por lo tanto, qué esperaría Ud. encontrar en un río, según los conceptos vertidos en la introducción?

Efectivamente, encontraremos *flujos energéticos* del tipo de los descriptos, que configuran *cadenas y tramas tróficas*; *descomponedores*; *ciclos de nutrientes minerales*; y deben hallarse presentes todos los *mecanismos de información y de autorregulación.* Le sugerimos revisar estos conceptos antes de continuar.

Evidentemente, si comparamos los ecosistemas acuáticos con los terrestres habrá una serie de diferencias que no dudamos Ud. habrá ya reconocido. Un pequeño ejemplo gráfico tomado del Río de la Plata nos mostraría lo siguiente :

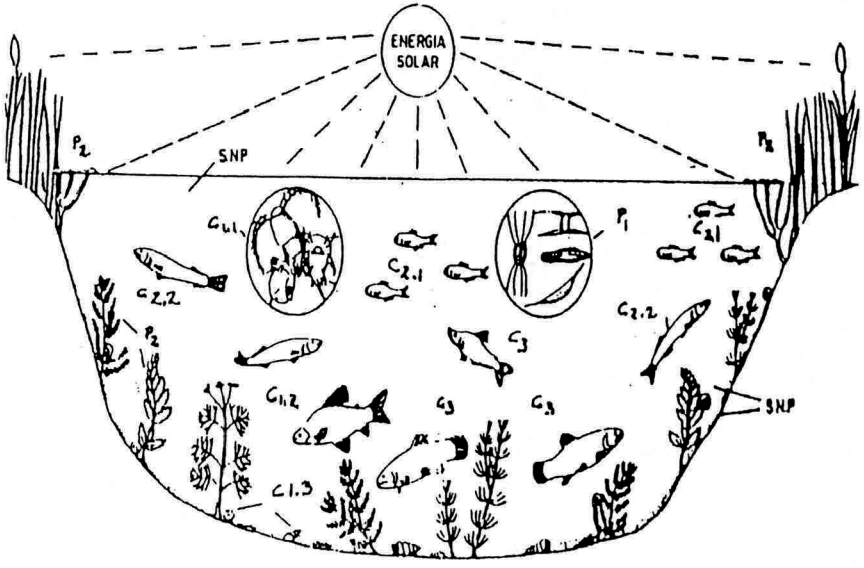
Gráfico N°9.- Esquema de cadenas tróficas del Río de la Plata.



Fuente: **Agua y Medio Ambiente en Buenos Aires,** Brailovsky A.E. y Foguelman D. coordinadores, Fraterna, Bs.Aires 1991.

Un ecosistema de laguna pampeana, más detallado, comprende varios y complejos eslabones:

Gráfico N° 10.- Ecosistema de laguna pampeana.



Fuente: Reelaboración de elementos de Ecología S.A. Olivier, Editorial Hemisferio Sur.

Diagrama de un ecosistema de laguna pampeana, con sus principales componentes:

SNP: Suntancias nutritivas disueltas en las aguas y en los sedimentos

P_1:Plancton vegetal — **PRODUCTORES**

P_2:Vegetación acuática

C_{11}:Plancton animal

C_{12}:Peces detritívoros y herbívoros — **CONSUMIDORES PRIMARIOS**

C_{13}:Caracoles detritívoros y herbívoros

C_2:Peces planctívoros — **CONSUMIDORES SECUNDARIOS**

C_{22}:Peces planctívoros y herbívoros

C_3:Peces comedores de peces — **CONSUMIDORES TERCIARIOS**

Sobre el fondo, bacterias y hongos — **DESCOMPONEDORES**

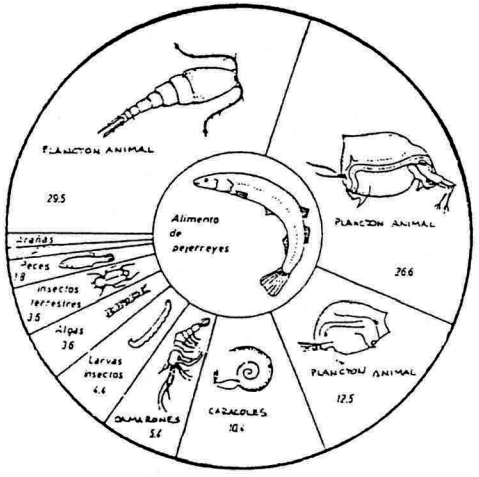
Con el objetivo de averiguar cómo son las tramas tróficas acuáticas de los cuerpos de agua de su localidad, planteamos lo siguiente:

Actividad N°17 Le sugerimos que se contacte con los pescadores de su localidad y les pregunte sobre los peces de los ríos y lagunas de la zona, y en particular sobre sus dietas, tratando de armar un esquema similar al del cuadro de esta misma página, aunque es evidente que parte de la información quedará incompleta y deberá incluirla a título de hipótesis. Invite a sus alumnos a participar en la encuesta.

La dieta del pejerrey

La dieta del pejerrey de las lagunas de la Región Pampeana puede servir de ejemplo de cómo se conforma una trama alimentaria: dicha trama se inicia con el plancton vegetal y con las plantas acuáticas que pueblan las aguas de las lagunas.

Gráfico N° 11.- Componentes de la dieta del pejerrey



Componentes de la dieta del pejerrey
Boschi E. y Fuster de Plata M. L. Estado biológico pesquero del pejerrey del embalse de Río Tercero (Basilychtys bonariensis) con una contribución al conocimiento limnológico del ambiente. Departamento de Investigaciones Pesqueras. Publ. N° 8, 1-61. 1959.

El eslabón de los consumidores primarios está formado por un rico plancton animal integrado por diversos invertebrados mientras que sobre las plantas sumergidas y en el fondo viven organismos detritívoros como ciertos camarones y larvas de insectos.

Los pejerreyes, especialmente cuando jóvenes, se alimentan de plancton vegetal y animal, o sea que pueden ser consumidores primarios o secundarios. Los adultos se alimentan además de pequeños caracoles, camarones y larvas de insectos, llegando en ciertos casos a integrar su dieta con pequeños peces planctívoros (comedores de plancton) y con sus propios pares juveniles (canibalismo);

Todos juntos, pero no mezclados

En la Cuenca del Plata en un sentido vertical se pueden distinguir tres grupos o tipos ecológicos de peces, de acuerdo a si ocupan un espacio o hábitat superficial, de media agua o de fondo.

En el hábitat superficial hallaremos especies pequeñas como ciertos bagres y mojarras, que poseen una boca dirigida hacia arriba para atrapar alimentos desde la misma superficie (insectos, larvas).

Aquellas especies de media agua son de mayor tamaño, veloces nadadoras y con dentición adaptada a la caza activa de otros peces. Son muy característicos los dorados y las tarariras.

Los pejerreyes cumplen, alternativamente, el rol de los consumidores secundarios, terciarios y aun cuaternarios.

Las diversas especies presentan adaptaciones anatómicas y fisiológicas que les permiten explotar mejor sus respectivos ambientes.
El grupo de los detritivoros, al cooperar con los descomponedo-res, es otro responsable directo de la autodepuración de la materia orgánica de nuestros ríos y arroyos.
Los procesos que alteran el fondo: remoción por dragado, pasaje de lanchas, basuras arrojadas al agua, interfieren con la actividad de esos organismos y por ende con la preservación de la calidad del agua.

Por último, los peces de fondo presentan perfiles achatados y tienen una boca dirigida hacia abajo, adaptada a comer detritos y pequeños organismos de fondo, como las viejas de agua. Se denominan detritívoros.

Aunque los peces de los tres hábitat mencionados viven predominantemente en ellos, los tres grupos tienen numerosas interrelaciones directas e indirectas.

Los comportamientos migratorios están conectados con los hábitos de alimentación, de reproducción o de búsqueda estacional de habitat adecuados.

Actividad N°18 Mencione las situaciones en que pueden producirse cambios temporarios de hábitat predominantes.

LOS PECES VIAJEROS

Hablamos hasta ahora de relaciones ecosistémicas predominantemente alimentarias, pero no son las únicas. Muchos peces de río evidencian una rica variedad de formas, hábitos y adaptaciones en respuesta a diversos factores ambientales que gobiernan su distribución.

Las especies migratorias como el sábalo, el dorado, el patí, ascienden aguas arriba para desovar antes de la llegada de la creciente primaveral del río.

El sábalo es un buen ejemplo de comportamiento de las especies adaptadas a acompañar el desborde del Río Paraná, que tiene una llanura de inundación costera que ocupa periódicamente. La caracterización ecológica de un río con llanura de inundación es útil para comprender cómo funcionan los complejos ecosistemas de la cuenca del Plata. El sábalo penetra en esa llanura, pero una vez pasada la crecida las condiciones ambientales suelen hacerse paulatinamente más

severas por aumentos de temperatura y disminución de oxígeno disuelto; esta especie ha desarrollado adaptaciones fisiológicas para poder sobrevivir, en particular en sus estadios iniciales de desarrollo.

En el caso del sábalo, que es la especie que aporta la mayor biomasa en peces de la cuenca, sus larvas son arrastradas aguas abajo y penetran en la llanura de inundación, alojándose en las numerosas lagunas del valle, donde se alimentan y crecen para retornar posteriormente al cauce principal, en la siguiente crecida, como peces adultos.

Los grandes embalses que se instalan en los ríos mayores afectan el natural funcionamiento de las comunidades acuáticas, porque constituyen barreras casi insalvables para las poblaciones de peces que remontan los ríos buscando sus lugares de procreación y constituyen vallas a los desplazamientos en búsqueda de alimento. De este modo también se atenta indirectamente contra el mantenimiento de la calidad de las aguas y contra el recurso pesquero.

Es ya habitual que los grandes bancos financieros internacionales, como el Banco Mundial, distribuyan cuestionarios con preguntas sobre impacto ambiental, que deben cumplimentarse como una condición de obtención de préstamos.

Ciertas especies migratorias con alto valor comercial, cómo el esturión cuyos huevos proporcionan el caviar, han sido objeto de atención especial cuando se embalsaron los ríos que eran su hábitat. Se han colocado turbinas especiales para atraerlos hacia los lugares de paso.

El reconocimiento de problemas creados por los embalses se incluye en forma de

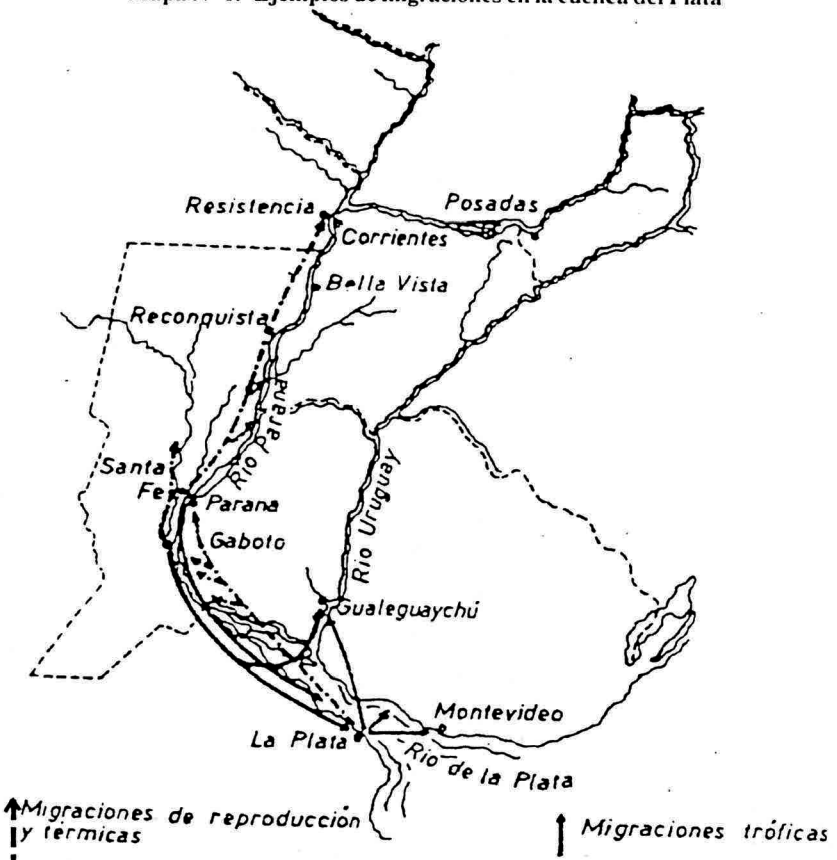
Declaraciones de Impacto Ambiental que integran los proyectos de grandes presas, así como las previsiones para aminorar dicho impacto.

Suele proponerse la instalación de turbinas especiales, de escalas laterales que les permitan remontar el río y aún de ascensores especiales.

En Brasil una ley exige que cada río embalsado cuente con una estación de piscicultura que contribuya a repoblar algunas de las poblaciones diezmadas. La presa de Salto Grande, en Entre Ríos, cuenta con la suya. Los resultados, sin embargo, alcanzan sólo metas parciales: las instalaciones recomendadas no suelen ser aptas para la totalidad las especies, las estaciones de psicicultura sólo se ocupan de las mas significativas o de las que tengan valor comercial.

En el mapa siguiente vemos algunos ejemplos de migraciones en la Cuenca del Plata. Se estudian a traves de la captura y marcacion de peces con pequenos marbetes; luego se los devuelve al rio y los pescadores que recapturen un ejemplar marcado ya saben que deben informar al investigador.

Mapa N° 1.- Ejemplos de migraciones en la cuenca del Plata



Fuente: Bonetto y Pigulsberi: Nuevos Aportes al conocimiento de las migraciones de peces en ríos mesopotámicos de la Argentina (1964)

RELACIONES INTER-SISTEMAS: LO QUE ENTRA, LO QUE SALE.

Los tramos medio e inferior del Paraná y el Río de la Plata constituyen sistemas ecológicos particularmente complejos: las entradas de energía no se originan sólo en la fotosíntesis sino también en forma de restos vegetales y animales, materia orgánica que llega desde ecosistemas terrestres. Los

Los restos orgánicos que se incorporan a los cursos de agua son verdaderos subsidios energéticos naturales que llegan en forma de energía química.

restos se van depositando en el fondo y mezclando con los sedimentos. No sólo los hongos y bacterias descomponedoras, sino también muchos detritívoros acuáticos como gusanos, viejas de agua, bagres, están adaptados a alimentarse de estos restos o detritos, facilitando su total desintegración y protegiendo al agua de las consecuencias de su putrefacción.

En el caso del tramo inferior de la Cuenca del Plata, la materia orgánica que le vierten sus afluentes ocasiona que haya más especies detritívoras y carnívoras, que herbívoros. Predominan entonces sábalos y sabalitos (detritívoros, por eso su grasa tiene olor y gusto a barro) y bagres y pejerreyes (omnívoros).

En el caso de los ríos, como acabamos de ver, la interrelación con ecosistemas vecinos es particularmente significativa. Al presentar una forma lineal, un río tiene una amplia superficie de contacto con los ecosistemas terrestres que los rodean, intercambiando materia y energía.

Esos subsidios energéticos son particularmente elevados en el caso de los estuarios.

Cerca de la desembocadura del Río de la Plata en el Atlántico predomina un tipo muy particular de peces, capaces de tolerar las amplias oscilaciones de salinidad y de temperatura que se producen en lapsos muy breves con mareas y sudestadas: bagres de mar, corvinas, lisas y anchoítas.

Actividad N°19 Comente por qué los tramos inferiores de la Cuenca del Plata se consideran ecosistemas subsidiados. Indique en qué forma aparecen indicados esos subsidios en el Gráfico N° 9.

Actividad N°20 Haga un listado de posibles intercambios en un ecosistema fluvial, clasificando a) Entradas de energía y materiales, y b) Salidas. No olvide incluir efectos de las actividades humanas. c) ¿Qué efecto puede tener la tala de bosques o de la vegetación natural, en particular la de la costa, sobre 1) las entradas de materiales y 2) el régimen de los ríos?

En síntesis, un río no es sólo una corriente de agua estirada sobre la tierra y que drena un área: también es un conjunto de ecosistemas acuáticos, un conector de ecosistemas diversos que intercambian elementos por su intermedio, una vía de entrada y de salida de materiales, un eficaz medio de dispersión de especies animales y vegetales e incluso un regulador climático cuando es suficientemente caudaloso.

El Río Paraná es un buen ejemplo de regulador climático ya que, al conservar temperaturas de su tramo superior, en el tramo inferior entibia sus márgenes hasta 10 Km de distancia de la costa permitiendo el ingreso o el cultivo de especies tropicales en ambientes predominantemente templados.

¿Recuerda alguna especie tropical en esa franja? Entre las más características se cuentan los bananeros y los paltos.

Algunos factores abióticos

Hasta ahora nos hemos explayado en los componentes vivos de los ecosistemas. Pero los

no vivos o abióticos, los componentes físicos y químicos que interactúan con los seres vivos, deben también ser estudiados y comprendidos. En un río, los principales son:

- *Sustancias disueltas:* el agua de los ríos, por más pura que parezca -recordemos lo dicho sobre el agua de deshielo- no es como la que se obtendría en un laboratorio. Como es un poderoso solvente, disuelve e incorpora a su paso muchas sustancias: sales como sulfatos, carbonatos, cloruros; gases como oxígeno y anhidrido carbónico atmosféricos, etc.

La naturaleza no viviente que integra los ecosistemas

Varias de estas sustancias actuarán como nutrientes minerales, ingresando en las tramas tróficas a través de las plantas acuáticas, o intervendrán en los procesos de intercambio gaseoso de todos los organismos. Pero excesos de salinidad o de anhidrido carbónico en ecosistemas donde esas sustancias no eran habituales, resultan perjudiciales.

-*Sólidos en suspensión*:: una corriente de agua tiene capacidad y energía como para transportar partículas suspendidas. La capacidad de arrastre depende de la energía que tenga el río; una forma de visualizar esa energía es observar la velocidad de la corriente. En el tramo superior del río, donde la velocidad es mayor a causa de la pendiente, la cantidad y tamaño de las partículas -a veces rocas considerables- puede ser mayor A medida que llega al valle y disminuye la velocidad, se van depositando las partículas, primero las más grandes y luego las más pequeñas. Por ello se pueden

formar bancos de arena y limo en los tramos inferiores de los ríos.

Los sólidos en suspensión, que pueden ser gravas, arenas, limos o arcillas según su granulometría, modifican la calidad del agua en varios sentidos:

. Disminuyen la transparencia del agua, afectando la fotosíntesis, y a través de ella el ingreso de oxígeno.
. Tienen un efecto abrasivo (de desgaste mecánico).
. Pueden adsorber sales por acción electrostática, o sea que sobre la superficie de cada partícula de arcilla pueden fijarse iones en forma selectiva, de manera tal que la concentración de la sustancia en cuestión aumenta. Esto tiene importancia en relación con contaminantes, tanto limitando su arrastre fuera del ecosistema si la partícula decanta, como bloqueándolos en la fracción sólida.
. Constituyen una fuente de nutrientes para los vegetales por disolución de sus sales constitutivas.

Cuando el oxígeno es insuficiente: la biodegradación bacteriana es incompleta y se producen procesos fermentativos que desprenden metano y compuestos del azufre, de olor muy desagradable.

En promedio 5mg/litro es la concentración mínima necesaria para mantener una fauna saludable en climas templados.

-*Oxígeno disuelto:* el oxígeno es un gas fundamental para el desarrollo de procesos aeróbicos de biodegradación, ya que todos los organismos respiran. La presencia de oxígeno permite que se descomponga totalmente la materia orgánica transformándola en dióxido de carbono y agua. El dióxido de carbono, a su vez, puede ser eliminado o reutilizado por los vegetales.

La concentración de oxígeno en el agua es fundamental para la supervivencia de numerosos organismos: las truchas, por ejemplo, son fuertes

demandantes y requieren concentraciones de 6 a 10 miligramos de oxígeno disuelto por litro de agua. En cambio las carpas son tolerantes y pueden soportar indefinidamente concentraciones de 2 mg/ litro de agua.

El agua es medio de vida. De la naturaleza e intensidad de dicha vida depende la calidad del agua para el consumo del hombre. Las condiciones de circulación y el ciclo biológico del medio acuático aseguran una purificación o autodepuración del agua, esto es, una eliminación de los productos contaminantes y de los microorganismos patógenos que puede contener.

Preservar las formas de vida acuática es preservar la calidad del agua que, tarde o temprano, hemos de consumir.

Si dispone Ud. de una pecera, o de un simple frasco de vidrio con plantas acuáticas, observe las burbujas de oxígeno recién formadas sobre las hojas.

REGULACIÓN DEL ECOSISTEMA FLUVIAL

Como en todo ecosistema, en el río existen mecanismos de regulación que lo mantienen dentro de ciertas características de equilibrio medio. Existen mecanismos naturales de autodepuración que permiten que los organismos muertos que se encuentran en el río sean descompuestos hasta llegar a sus elementos constituyentes (sustancias inorgánicas simples). De no ser así, habría una acumulación continua de materia orgánica y el río se convertiría en un basural.

La transformación de materia orgánica en inorgánica reutilizable, la realizan las bacterias y hongos acuáticos, organismos invisibles muy numerosos que, a pesar de ser microscópicos, realizan una valiosísima labor. En el caso de los peces de la Cuenca del Plata y de muchos ríos de llanura del interior, muchos peces detritívoros cumplen una función similar alimentándose de sedimentos ricos en restos orgánicos.

IMPORTANCIA DE LOS ORGANISMOS VIVOS EN EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA.

Ud. recordará que en este mismo capítulo hemos descripto uno de los mecanismos por los cuales los ecosistemas acuáticos logran evitar la acumulación de desechos orgánicos. Por ello concordará sin duda con nuestra afirmación de que el mantenimiento de las formas de vida acuática en buen estado **no constituye un fin conservacionista por sí mismo**, sino porque la presencia de seres vivos es fundamental para el mantenimiento de la calidad de las aguas.

Con la liberación del oxígeno como subproducto de la fotosíntesis las algas microscópicas y las plantas acuáticas contribuyen, junto con la turbulencia que también incorpora oxígeno atmosférico, a la acción de las bacterias aerobias que descomponen excedentes de materia orgánica u organismos muertos.

Estos ciclos de depuración dependen también de la temperatura del agua, de su contenido de sustacias minerales, de los agentes descomponedores presentes, de los organismos fotosintetizadores y del funcionamiento de las complejas tramas alimentarias del medio acuático.

Para determinar la calidad de una muestra de agua es preciso disponer de un laboratorio y comparar los datos de las determinaciones físico-químicas y biológicas con tablas de umbrales de calidad, establecidos por organismos

internacionales como la Oficina Sanitaria Panamericana y nacionales como el Ministerio de Salud Pública. Intentaremos, sin embargo, una observación visual de algunas propiedades del agua de un río. Aconsejamos hacer la siguiente práctica durante la Actividad N°15 del Capítulo I.

Actividad N°21 Necesitaremos dos frascos de vidrio incoloro y unas gotas de formol.

* Recoger sendas muestras de agua en los frascos de vidrio.

* Observar la turbidez, agregar unas gotas de formol para bloquear la actividad de microorganismos, y mantener los frascos destapados. Anotar lo observado.

* Repetir la observación de las mismas muestras a las 24 y a las 48 horas: antes de repetir las observaciones, una de las muestras permanece sin moverse mientras que la otra se agita para reproducir las condiciones iniciales y servir de comparación. Se observan tres fracciones: a) la fracción de flotantes, generalmente restos vegetales o animales aún no descompuestos, que pueden identificarse visualmente o con una lupa; b) el líquido que fue perdiendo turbidez pero que suele permanecer ligeramente coloreado en los ríos de llanura: se trata en parte de arcillas de decantación lenta y en parte de humus disuelto que tiñe el agua. c) Las partículas sedimentables minerales y orgánicas que se acumulan en el fondo. Anotar las nuevas observaciones.

a) ¿Cómo cree Ud. que influye la velocidad de la corriente sobre los diferentes tipos de partículas?

b) Extrapolando las observaciones de los frascos, enuncie qué ocurriría si el río fuera transformado bruscamente en un lago (No es sólo una hipótesis: hace unos años un terremoto provocó que un río en el Sur de Chile permaneciera un tiempo embalsado).

c) ¿En qué circunstancias se producen las mayores entradas de materia orgánica y partículas minerales desde los ecosistemas terrestres aledaños?

d) Qué circunstancias favorecen la sedimentación?

e) En cuanto a la posible contaminación: ¿ sabe si hay desagues cloacales o industriales aguas arriba? ¿Se observan espumas de detergente? ¿Olores y colores indeseables? (Un tinte marrón rojizo puede deberse a humus en solución). ¿Se observan sólidos no pertenecientes al sistema fluvial? ¿Abundancia de deyecciones de ganado en las costas? Haga inferencias, con los conocimientos hasta ahora disponibles, sobre la forma en que estos contaminantes pueden afectar la calidad del agua; en otro capítulo se retoma el tema de la contamiación.

****

Ahora que hemos comprendido la calidad y las propiedades físicas y biológicas de los cuerpos de agua y sus formas en la naturaleza, veremos en el capítulo siguiente cómo se la usa y cómo y por qué se la altera; es decir, qué ocurre con el recurso natural agua cuando se la usa en las ciudades.

Referencias Bibliográficas

1. **Agua y medio ambiente e Buenos Aires.** Brailovsky A. E. y Fogelman D. (coordinadores) . Edit. Fraterna, 1991, Bs. Aires.

CLAVE DE RESPUESTAS

Actividad Nº 17: Clave abierta.

Actividad Nº 18 : Muchos peces de superficie desovan en el fondo de pequeños afluentes y sus huevos sirven de alimento a quienes viven en ese hábitat; tanto ellos como los de la zona media producen detritos que caen hacia el fondo y son aprovechados por los organismos de este último hábitat; los predadores de media agua no desdeñan alimentarse de los peces de superficie y de fondo.

Actividad Nº 19 : Los afluentes acarrean mucha materia orgánica vegetal y humus de origen terrestre que vuelcan finalmente a los grandes ríos. En el gráfico N° 9 aparecen bajo el nombre de "sedimentos".

Actividad Nº 20 :

a) Las entradas pueden ser por ejemplo, partes o restos vegetales de la orilla, partículas de suelo arrastradas por la lluvia o el viento, humus disuelto que llega a través de afluentes, semillas, propágulos y frutos, pequeños animales vivos o muertos, y también pueden provenir de actividades humanas como los líquidos cloacales, desechos de frigoríficos y otras actividades industriales, agroquímicos.

b) En cuanto a las salidas, las más importantes son los acarreos fluviales que desembocan en el mar. Son también significativas las que se deben a la acción extractiva de aves, mamíferos, reptiles e insectos terrestres, además de la pesca deportiva o comercial; además durante una crecida, el río puede depositar en suelo firme los materiales orgánicos o minerales que arrastraba.

c1) Suponemos que Ud recordará que la deforestación es una de las causas de erosión, o sea de un incremento en el tenor de partículas en suspensión y por lo tanto de soluciones de sales minerales; c2) en lo que respecta al régimen, puede provocar un aumento de caudal e incluso inundaciones aguas bajo, ya que el agua que era retenida e infiltrada por la vegetación escurre libremente al río.

Actividad Nº 21:

a) La velocidad de la corriente refleja la energía del río: a mayor energía, mayor poder de arrastre y más capacidad para acarrear partículas pesadas.

b) Se trataría de una brusca pérdida de energía, y las partículas sedimentarían rápidamente. Los componentes vivos del ecosistema no lograrían adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones de sus hábitat y se sucederían drásticos cambios en la biota.

c) Los mayores aportes se producen en momentos de lluvias torrenciales que originan fuertes correderas hacia el río en zonas con pendiente, aún donde ésta es escasa. Las crecidas en el tramo superior del Paraná desarraigan plantas acuáticas de bañados próximos, que son arrastradas por la corriente hasta el Río de la Plata.

d) Las que disminuyen la velocidad de la corriente: embalses, plantas arraigadas al fondo, una brusca disminución de la pendiente.

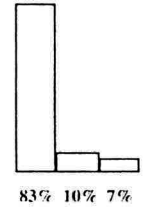
CAPÍTULO III

El agua en las ciudades

UN PAÍS FORMADO POR CIUDADES

Gráfico de Barras

Según el último Censo nacional de 1990, el 83% de la población argentina es urbana: vive en ciudades de más de 2000 habitantes; otro 10% vive en núcleos urbanos más pequeños.



Por lo tanto, a pesar de ser un país agrícola-ganadero, es evidente que la gente no vive en el campo sino en las poblaciones próximas, o en las grandes urbes.

Este es uno de los países más urbanizados del planeta, lo que plantea singulares desafíos.

Hay una corriente de pensamiento que tiende a comparar las características de los sistemas urbanos con las de los ecosistemas naturales. Si Ud. recurre al Capítulo II donde están descriptos los ecosistemas acuáticos y terrestres, estará en condiciones de aproximarse a esa concepción. Le proponemos la siguiente actividad, con el objetivo de relevar similitudes y diferencias entre ecosistemas naturales y sistemas urbanos:

Las interrelaciones entre naturaleza y sociedad en una gran ciudad son extremadamente complejas y sutiles.

CAPÍTULO IV

Las aguas bajan turbias

¿QUÉ ES EL AGUA PURA?

El agua químicamente pura no existe en la naturaleza. Dada su movilidad y su alto poder disolvente, el agua lleva en solución o suspensión muchas sustancias. Los elementos que pueden encontrarse en las aguas naturales están resumidos en la siguiente clasificación[1]:

Gases disueltos

- dióxido de carbono, oxígeno y ácido sulfhídrico

Sustancias disueltas:

- sustancias incrustantes: sílice, óxidos de hierro y aluminio, iones calcio y magnesio en distintas combinaciones.

- sustancias no incrustantes: compuestos de sodio y otros elementos alcalinos, sustancias orgánicas.

- sustancias corrosivas: ácidos, sulfatos de hierro y aluminio, sulfato de magnesio, nitrato de calcio, cloruros, oxígeno disuelto a pH menores de 10.

- sustancias tóxicas: bario, selenio

Sustancias en suspensión:

.Partículas gruesas que sedimentan fácilmente: arena,

.Partículas finas: limos y arcillas

Microorganismos:

. Bacterias, algas, hongos, protozoos

¿ Cuál es el límite entre el agua "normal" y el agua "contaminada"?

Dentro de esta clasificación algunos componentes estarán siempre presentes y otros sólo ocasionalmente o en concentraciones muy bajas: por ejemplo, las sustancias tóxicas.

Es muy difícil definir químicamente el agua "normal", ya que las características físico-químicas de la misma varían en función del sustrato y de las condiciones ambientales generales donde se encuentre.
Entonces, ¿cómo definir contaminación?

¿QUÉ ES CONTAMINACIÓN?

Reflexione sobre las siguientes preguntas, y anote brevemente sus respuestas:¿Es contaminación la presencia de una sustancia extraña en el agua que no provoca modificaciones visibles o medibles? ¿Y el crecimiento explosivo y natural de algunas algas en primavera con su posterior acumulación de materia orgánica putrefacta? ¿ Hay contaminación sólo cuando las alteraciones las provoca el hombre? ¿ O también cuando son de origen natural?

Los científicos también se plantearon estas preguntas. Le proponemos ahora una actividad para ver las diferentes posturas y tratar de aclarar los conceptos.

Actividad N°30: Lea las diferentes definiciones de contaminación y luego intente responder las preguntas del cuestionario guía:

1.- "Debe considerarse que un agua está contaminada cuando su composición o estado están alterados de tal modo que ya no reúne las "condiciones adecuadas al conjunto de utilizaciones a las que se "hubiera destinado en su estado natural" (**Organización Mundial de la Salud, O.M.S.**)

2.- "Habrá contaminación de aguas cuando se originen cambios "nocivos resultantes de un acto humano que afecten la composición, el contenido o la calidad natural del recurso". (**Asociación de Derecho Internacional**).

3.- "La contaminación en un sentido amplio, es un desorden termodinámico, que es el producto derivado de la conversión de energía y el uso de los recursos. No hay manera de evitar la contaminación, ya que no podemos rodear la segunda ley de la termodinámica, pero hay muchas maneras de disminuir la cantidad y de reducir los impactos dañinos(**Odum, 1979**).[2]

4.- "La polución es más una definición jurídica que limnológica. (Se produce) cuando un recurso ha cambiado de tal modo que ya no es utilizable o su valor ha disminuido". (**Margalef, 1984**).[3]

5.- "La polución representa una alteración de las condiciones normales en un sentido opuesto al de la sucesión o proceso natural de autoorganización de las comunidades". **(Margalef, en Bonetto).**[4]

6.- "La contaminación es la no resolución adecuada del reciclaje de la producción de energía y materiales. No ocurriría contaminación si se observaran las normas o leyes que rigen el equilibrio de los ecosistemas y la biosfera. Un medio está contaminado cuando su composición y estado son alterados directa o indirectamente como consecuencia de la acción del hombre, produciendo efectos perjudiciales para la salud humana, el equilibrio ecológico y los intereses públicos y privados". **(Berón, 1981).**[5]

7.- "La polución entraña transformaciones del medio ambiente de forma tal que éste se tornaría inapropiado para el desarrollo normal de las poblaciones acuáticas". **(Branco, 1984).**[6]

Ahora, responda las siguientes preguntas:

1) ¿ Qué papel juega el hombre y el uso de los recursos en el concepto de contaminación según los distintos autores?

2) ¿Qué aspectos destacan Berón y Odum por un lado; Margalef-Bonetto y Branco por otro; y la O.M.S., la Asociación de Derecho y Margalef en tercer lugar?

3) ¿ A cuál de los conceptos de contaminación se acercan sus respuestas a las preguntas introductorias? Sintetice en un escrito su posición integrando nuevos elementos que hayan surgido del análisis de las distintas concepciones.

Como vemos existen muchas definiciones según la orientación del autor, pero en todas se hace referencia a un cambio perjudicial, indeseable o contrario a lo natural.

¿Perjudicial o indeseable para quién? En general, la contaminación es tenida en cuenta cuando afecta los intereses de las sociedades. Pero es muy probable que antes de ser detectada por el hombre,

haya sido sufrida por las poblaciones vegetales o animales.

Si comparamos un sistema natural con un proceso industrial (como la fabricación de papel), podemos ver que en la naturaleza los distintos elementos y procesos actúan de una manera más o menos cíclica. Es decir, que los materiales, una vez incorporados en los procesos correspondientes, son degradados y luego reutilizados en el ciclo siguiente. En cambio, en el caso del sistema artificial, no ocurre lo mismo: el hombre sólo se interesa por la primera fase (en este caso la fabricación de papel), sin importarle, en general, el reciclaje de los residuos. Los desechos, entonces, se vuelcan al medio natural, que en muchos casos no puede reabsorberlos, porque el volumen y calidad de aquéllos supera su capacidad de autodepuración.

La naturaleza, aunque tiene mecanismos de autorregulación para amortiguar el impacto de la contaminación, no es inmune a todas las actividades humanas. El tradicional concepto occidental de que la naturaleza es infinita y todopoderosa, tiene en la contaminación uno de sus más patentes contraejemplos.

Tres conceptos a diferenciar: contaminación, polución y eutroficación

En la bibliografía general es muy común que se encuentren los términos *contaminación y polución* como sinónimos. Polución, del latín *polluere* que significa ensuciar, manchar, empezó a usarse cuando se advirtieron los efectos estáticos del problema. Contaminación es el término más usado en castellano, especialmente en América Latina. Como es vocablo muy difundido en el área de la medicina, algunos autores (Branco, 1984) prefieren reservarlo para indicar el contagio de enfermedades a través del agua, dejando el término polución para los aspectos ecológicos, más dinámicos del ecosistema.

Siguiendo esta línea de pensamiento, para el caso de la epidemia de cólera, los ríos del Norte de nuestro país están contaminados, pero no necesariamente poluídos. Puede haber casos de polución con efectos visibles sobre la comunidad natural sin afectación de la potabilidad del agua, como sería el caso de una disminución del tenor de oxígeno disuelto. Ahora bien, frecuentemente contaminación y polución están asociadas y se usan los dos términos en forma indistinta.

Otro vocablo asociado es el de eutroficación o eutrofización. Es el proceso por el cual una masa de agua pasa de un bajo a un alto nivel de productividad. ¿Qué puede tener esto de nocivo? La eutroficación es un caso particular de polución en el que, dado un aumento significativo del aporte de fósforo y nitrógeno que fertilizan el agua, se produce un aumento desmesurado de las poblaciones vegetales. En estos casos se observan floraciones algales seguidas de la muerte masiva de las mismas cuando se acaban los fertilizantes. Esto provoca alteraciones en el color, sabor y olor de las aguas, y obstrucción de tomas y filtros. La eutroficación puede ser natural o artificial (por el lavado de fertilizantes de los suelos o por detergentes). En nuestro país se observa ocasionalmente en los embalses de Salto Grande, del Río Tercero y en las lagunas bonaerenses. Algunas asociaciones ambientalistas han denunciado los primeros síntomas de eutroficación muy localizada en lagos de zonas frías, a la salida de las tuberías de desagües cloacales en el Nahuel Huapi y el Lacar.

Actividad N°31: **Constatación de presencia/ ausencia de eutroficación.**

Sin duda Ud podrá ubicar en su entorno alguna lagunita o charco o un brazo de río de agua semiestancada, donde sea sencillo hacer observaciones seriadas a lo largo del tiempo.

a) Turbidez y cambios de color y de olor, pueden observarse mediante muestras de agua en frascos o en tubos de ensayo, el mal olor sólo se nota cuando el proceso está muy avanzado. Se aconseja observar las muestras sólo en fresco o a pocas horas de tomadas, porque una vez fijadas con formol se producen cambios en las características que se desea observar.

b) ¿Cuáles pudieron haber sido las causas de esa eutroficación?

TIPOS DE CONTAMINACION ACUATICA

El análisis de la contaminación puede ser hecho sistemáticamente, analizando las propiedades del agua que resultan afectadas, y así tendremos:

Contaminación física

Cuando se afectan:

Temperatura
Color/Turbidez
Sólidos en suspensión
Olor y sabor
Viscosidad, tensión superficial

Contaminación química

Por la presencia de:

Sustancias degradables por medios biológicos y/o físico-químicos
Sustancias no degradable
Sustancias tóxicas

Contaminación biológica

Por la presencia de:

Bacterias
Virus
Hongos
Algas
Protozoos

Continuando con nuestro enfoque sistémico, consideramos más interesante analizar las fuentes de contaminación y la multiplicidad de factores intervinientes.

Bideogradabilidad

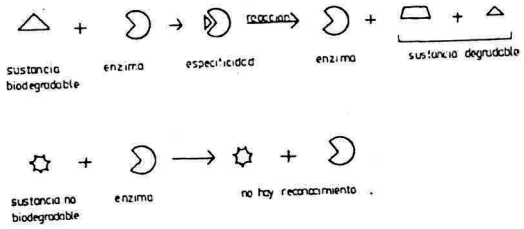
Un compuesto es biodegradable cuando puede ser asimilado y metabolizado por seres vivos. Por este proceso una sustancia es degradada a sustancias más sencillas, con la consiguiente ganancia de energía para el organismo.

Para que un compuesto sea biodegradable deben cumplirse dos condiciones básicas: a) que la sustancia tenga un elevado grado de energía potencial (como es el caso de las moléculas formadas por largas cadenas de hidratos de carbono); b) que los organismos degradadores posean las enzimas capaces de catalizar la reacción de rotura de la molécula.

Los compuestos sintéticos suelen ser molecularmente muy diferentes de los compuestos naturales y, por lo tanto, de difícil reconocimiento por parte de las enzimas existentes en la naturaleza. Esto los hace no biodegradables o bioresistentes. Al no degradarse, se acumulan como tales, pudiendo llegar a concentraciones nocivas.

Las enzimas son sustancias que para actuar, necesitan "reconocer" al sustrato. Esto es lo que denomina especificidad enzimática.

Además de la degradación biológica, en la naturaleza existen mecanismos de degradación física (por acción de la luz) y química por acción de sustancias oxidantes.



FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Fuente: Diario Clarín

Prácticamente todos los cursos de agua del país tienen algún nivel de contaminación, sobre todo si atraviesan ciudades. Se debe a los vertidos incontrolados o escasamente controlados de diferente naturaleza: orgánicos e inorgánicos de origen doméstico, industrial, agropecuario, etc.

Vertidos de origen doméstico

Contienen los residuos domiciliarios de la vida diaria: *aguas negras* o líquidos cloacales, *aguas grises* o líquidos de cocina y limpieza. Le proponemos la siguiente actividad para Usted y

Los efluentes domiciliarios se caracterizan por un alto contenido de materia orgánica. La materia orgánica no es extraña en los cuerpos de agua pero causa problemas cuando supera la capacidad depuradora del receptor.

sus alumnos, que ayudará a tomar conciencia de la posibilidad de que estemos acumulando tóxicos en nuestra propia casa:

Actividad N°32:

a) Recorra uno a uno los ambientes de su casa y liste las posibles fuentes de contaminación.

b) Seguramente, en lo referido al agua las fuentes de contaminación están concentradas en el baño, la cocina y el lavadero. Liste en cada caso, las sustancias utilizadas para la limpieza de cada uno de ellos y las que son eliminadas. En el caso de los productos químicos lea en las etiquetas si consta el nombre del principio activo, su concentración, su degradabilidad, si hay indicaciones toxicológicas y todo otro dato que estime de interés. Le sugerimos ordenar la información en el siguiente cuadro:

Nombre del Producto	Principio activo activo	Concentración	Degradabilidad	Reemplazable por

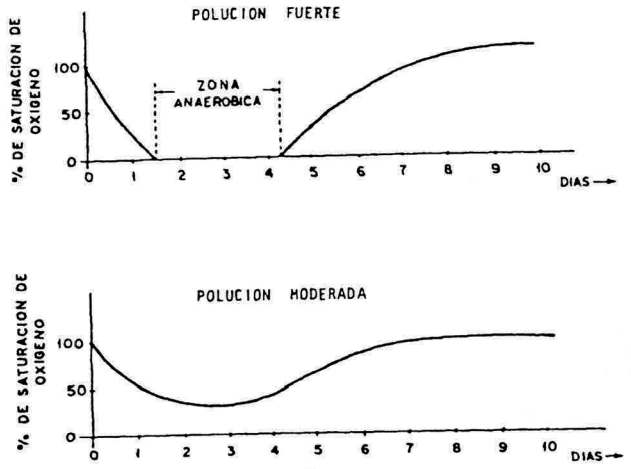
Como Usted habrá advertido, son muchas las sustancias vertidas en un hogar, piense en la escala en que se multiplican en su ciudad. Si hay niños en la casa, verifique si hay productos químicos a su alcance.

¿Cuál es la ventaja del uso de detergentes sobre los jabones? Seguramente usted contestará: la comodidad, la eficacia...¿pero a qué costo?

El problema de los desechos cloacales radica, sobre todo, en el volumen de lo eliminado en relación con el caudal del receptor. La actividad de las bacterias que degradan requiere oxígeno para llevar la materia orgánica a dióxido de carbono y agua. Si el volumen vertido es muy grande se puede consumir todo el oxígeno disuelto y llegar a la anaerobiosis, afectando las funciones respiratorias

de los organismos que viven en el medio y provocando, por ejemplo, muertes masivas de peces u otros organismos, lo que agrava el problema.

Gráfico N°16: Perfiles de oxígeno en un río: desoxigenación y recuperación del oxígeno en un río que recibe fuente contaminación (con una zona anaeróbica) y contaminación moderada.



Fuente: Branco 1986, Referencia Bibliográfica. N°6

La descomposición anaeróbica de la materia orgánica tiene como producto final al ácido sulfhídrico, con característico olor a huevo podrido, a derivados de metano y, a fosforados. Otro importante grupo de vertidos domésticos son los detergentes. Los primeros detergentes no eran biodegradables y, por lo tanto, se acumulaban en ríos y aguas subterráneas. Con la aparición de los llamados detergentes biodegradables, el problema disminuyó un poco pero no se solucionó. Estos tienen en su fórmula un núcleo bencénico que en el medio acuático puede convertirse en fenol, altamente tóxico. Al mismo tiempo, para aumentar la eficacia de los detergentes en las

¿Cual es la ventaja del uso de detergentes sobre los jabones? Seguramente Usted contestara: ¿la comodidad, la eficacia...., pero a qué costo?

aguas duras, se le agregan fosfatos, principales causantes de eutroficación. El gran uso de jabones y detergentes puede provocar la aparición de espumas sobre la superficie de los ríos que dificultan el intercambio gaseoso con la atmósfera llevando a disminuciones más marcadas del oxígeno disuelto. También modifican la tensión superficial y esto afecta a la fauna de superficie: neuston, aves pescadoras, etc.

Los detergentes constituyen un caso típico de nueva tecnología que reemplaza a otra de menor impacto ambiental. ¿Conoce otros casos en que esto haya sucedido? ¿Cuáles fueron las causas que lo motivaron?

En los líquidos cloacales están presentes, también, cloruros, sulfatos, sustancias nitrogenadas y fosforadas. El nitrógeno aparece bajo la forma de compuestos amoniacales que por oxidación pueden transformarse en nitritos y nitratos, que fertilizan el agua de los arroyos donde son volcados.

En los hogares también se desecha por vía acuática una considerable cantidad de sustancias no biodegradables, corrosivas o que alteran la acidez de los desagües (pesticidas domésticos, lavandina, ácidos, solventes), cuyos efectos variarán en cada caso. No debemos olvidar aquí la contaminación asociada a la transmisión de enfermedades, tema que analizaremos más adelante.

Vertidos de origen agropecuario

Provienen del escurrimiento producido en campos de cultivos, cuadras y corrales.

Fuente: Diario La Nación, 21-11-93

Actividad N°33: Si tenemos presente el ciclo del agua que trabajamos en el capítulo I, vuelva a pensar la Actividad N°32 en el caso de un establecimiento de campo si es que Ud. o sus alumnos están en contacto con productores agropecuarios.

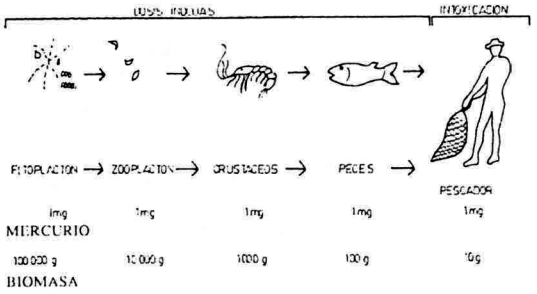
Bioacumulación.

Los compuestos biorresistentes, si no sufren algún tipo de degradación físico-química, se acumulan intactos en el medio ambiente (sedimentos, agua, suelo) o en los seres vivos. En el último caso se puede dar, además, un fenómeno de concentración de la sustancia tóxica a lo largo de la cadena trófica de manera tal que en los últimos eslabones se pueden llegar a dosis nocivas y hasta letales.

Un ejemplo clásico es lo ocurrido en la bahía de Minamata en Japón, en 1953. En esta zona de pescadores se empezaron a registrar casos de envenenamiento por mercurio y malformaciones en los recién nacidos. Investigando se descubrió que una usina de plásticos cercana había eliminado ese metal pesado al agua. Este se acumuló, primero en el fito y zooplancton, luego en moluscos, crustáceos y peces. Estos peces, que no presentaban síntomas, al ser consumidos por los

pescadores, fueron los causantes de la intoxicación.

A modo de ejemplo:



La cantidad absoluta de mercurio se mantiene constante pero la concentración aumenta a lo largo de la cadena trófica por acción de la disminución de la biomasa.

Vertidos de origen industrial

¿Quién no ha oído alguna vez que tal o cual industria es la culpable de la contaminación de tal o cual río o acuífero subterráneo? La naturaleza de los efluentes industriales es muy heterogénea. Trataremos a continuación los casos más comunes. Pueden ser de carácter mineral, como los producidos por la industria metalúrgica; orgánicos, como los desechos volcados por mataderos; o una combinación de ambos, como los vertidos por las curtiembres.

Entre los contaminantes orgánicos son frecuentes los derivados del petróleo. Por ejemplo los fenoles, utilizados por industrias textiles, del papel, del plástico, del algodón, teñido, elaboración de productos medicinales, etc. Estos compuestos resultan tóxicos para organismos vinculados al medio acuático, pudiendo inhibir la

fotosíntesis de las plantas. También comunican a las aguas olor y sabor desagradables.

Sales inorgánicas como las de cobre, plomo, cadmio, níquel, mercurio, plata, actúan como impedimento para que los organismos que integran el medio acuático realicen el intercambio gaseoso. O los sulfuros y el amoníaco, que paralizan las reacciones bioquímicas de aquéllos.

Muchas de estas sales tienen efectos tóxicos acumulativos, que producen trastornos neurológicos, pulmonares, etc. Algunas tienen propiedades cancerígenas, como el cromo y el mercurio. Los ácidos tienen efectos corrosivos, acidifican las aguas modificando el equilibrio de los organismos. También pueden producir liberación de ácido sulfhídrico del barro del lecho del río, lo cual produce olores desagradables. Junto con los álcalis, pueden destruir microorganismos, inhibiendo la capacidad autodepuradora de las aguas.

Los hidrocarburos forman una película superficial que impide la difusión del oxígeno. Son capaces de flotar mucho tiempo, y aunque se dispersan en forma relativamente fácil ante la presencia de ciertos detergentes, en caso de turbulencia forman emulsiones muy estables de difícil erradicación.

Fuente: Diario Clarín

Todos estos vertidos producen a menudo cambios físicos en las aguas: modificaciones de color, olor, gusto, transparencia, salinidad, dureza, viscosidad, temperatura. En el caso de la llamada contaminación térmica, provocada por los sistemas de enfriamiento de industrias siderúrgicas, papeleras, nucleares, el aumento de la temperatura implica un mayor consumo de oxígeno que afectará seriamente las distintas comunidades que viven en

el medio. Acelera el metabolismo de los peces y, por lo tanto, es mayor su necesidad de oxígeno y la velocidad de respiración. Esto los lleva a la muerte por fallas en el sistema nervioso, respiratorio o en los procesos celulares. También puede afectar los mecanismos reproductivos acelerándolos o inhibiéndolos.

El aumento de la temperatura acelera el crecimiento de organismos patógenos, que pueden producir en el hombre enfermedades como cólera, tifoidea, hepatitis infecciosa, gangrena, etc., por lo que los riesgos sanitarios son mayores en verano si se toma contacto con aguas donde proliferan estos organismos.

Vertidos producidos por la navegación

Es conocido desde hace mucho tiempo que los puertos y rutas de navegación son "puntos calientes de contaminación. La limpieza de sentinas, pérdidas de combustible, eliminación de desechos al agua, etc, son actividades desagraciadamente comunes a pesar de que la Argentina ha firmado varios convenios internacionales referidos a este tema.

Un cóctel peligroso:

Cuando se consideran los aspectos científicos y legales de la contaminación deben tenerse en cuenta los efectos sinérgicos que se producen en el ambiente. Una sustancia puede no ser nociva en la boca del vertido, pero transformarse en tóxica aguas abajo. No controlar los vertidos múltiples puede transformar al cuerpo de agua receptor en un "cóctel" muy peligroso.

Contaminantes primarios y secundarios.

Un aspecto importante a tener en cuenta cuando se analizan casos de contaminación, es analizar lo que sucede con la sustancia luego del vertido. Se llama contaminante primario a aquella sustancia que tiene efectos contaminantes desde el momento mismo del vertido, a diferencia de los contaminantes secundarios que son sustancias inicialmente "inocuas" y que al reaccionar con los elementos presentes en el medio se transforman en contaminantes peligrosos.

Un ejemplo interesante es el de los compuestos nitrogenados. Los nitratos en el estómago humano pueden pasar a nitritos, que son capaces de convertir la hemoglobina en metahemoglobina, ineficiente en el transporte de oxígeno en la sangre. Esto afecta principalmente a los niños, en los que provoca anoxia y asfixia. Por su parte, los nitratos pueden reaccionar con ciertas aminas que son productos normales del metabolismo, formando nitrosaminas de efectos cancerígenos. En este caso los nitratos son los contaminantes primarios y los nitritos y nitrosaminas los contaminantes secundarios.

Otro ejemplo de modificación de los contaminantes por las condiciones ambientales es la relación entre la temperatura y la toxicidad de ciertas sustancias como el endrin y el cianuro de potasio[6]. Este último duplica su toxicidad al pasar de 8°C a 18°C. El endrin tiene una dosis letal en peces (carpas) en 48 horas, de:

0,14 miligramos por litro a 7-8°C y
0,005 miligramos por litro a 27-28°C

Veamos que sucede en el Riachuelo

Entre muchos males, este río recibe dos tipos de contaminantes principales: materia orgánica de líquidos cloacales y de los frigoríficos, y metales pesados de las curtiembres. Los metales pesados "envenenan" a los organismos descomponedores impidiendo que cumplan su función de degradación de la materia orgánica. Basta ver el estado actual del río para comprobar la importancia de los mismos. Probablemente en su localidad, usted también tenga un "riachuelo".

CONTAMINACIÓN Y SALUD

Como ya dijimos, es normal que en las aguas naturales haya microorganismos, muchos de los cuales son banales o no patógenos. ¿Los microorganismos pueden ser beneficiosos para contrarrestar la contaminación?

Hemos visto que sí. Recordemos también que bacterias y hongos, organismos saprófitos, evitan que las sustancias biodegradables se acumulen y aseguran el ciclo de los materiales en las aguas. Son los responsables del proceso de autodepuración de los cuerpos de agua.

Hablamos de organismos banales, no patógenos y hasta beneficiosos, pero ¿qué pasa con los otros?...

Hoy más que nunca, con un brote colérico en nuestro país, tomamos conciencia de la importancia del agua en la transmisión de enfermedades. Las enfermedades relacionadas con el agua matan aproximadamente 10 millones de personas por año en el mundo.

La Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) y el organismo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) analizan y clasifican las enfermedades relacionadas con el agua según el siguiente cuadro:

ENFERMEDADES CONTENIDAS EN EL AGUA	ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA	ENFERMEDADES QUE SE ORIGINAN EN EL AGUA	ENFERMEDADES OCASIONADAS POR INSECTOS VECTORES
La falta de servicios fomenta las enfermedades contenidas en el agua, entre ellas la tifoidea, el cólera y la hepatítis.	La carencia de agua potable, la higiene personal deficiente y la falta de una adecuada eliminación de residuos contribuye a la aparición de enfermedades que se transmiten por el agua. Ellas son: la sarna, la lepra, el tifus, la conjuntivitis, y el tracoma.	La presencia de animales acuáticos puede generar enfermedades, se trata de infecciones urinarias e intestinales y la contaminación con los parásitos del aparato digestivo. Por ejemplo, esquistosomiasis.	Varias enfermedades son transmitidas por moscas, mosquitos y otros insectos que se reproducen en el agua o pican en sus inmediaciones. Su eliminación está relacionada con el suministro de agua adecuada y con el tendido de redes cloacales.

Fuente: O.M.S. / UNICEF

El análisis de temas sanitarios se presta a ser abordado en forma intesdisciplinaria ya que involucra aspectos provenientes de las ciencias naturales y de las ciencias sociales.

Como dijimos, el tratamiento de temas ambientales, especialmente cuando éstos afectan a la salud, suelen ser buenos motivadores y pueden ser una herramienta accesible y eficaz para la conexión entre el aula y la sociedad. Por eso le sugerimos algunas actividades que pueden ser coordinadas con docentes de otras áreas.

Actividad N°34 para el aula:

. Organizar una encuesta local que permita revelar la relación de la población local con el agua y diseñar alguna estrategia de acción.

1. Trabajando con sus colegas:

. Del Depto. de Matemáticas; Ud. puede diseñar el muestreo y el tratamiento estadístico de los datos.

. Del Depto. de Ciencias Sociales: puede intentar relevar el agua en su comunidad a lo largo del tiempo, a través de entrevistas con los mayores, o relevamientos históricos y establecer la relación actual. Se pueden considerar temas y especificar, como inundación, sequía, manejo de cuencas, redes de abastecimiento y cloacas, limpieza de tanques domiciliarios, correcta construcción de pozos negros, etc.

Un infectólogo italiano que visitara nuestro país con motivo del brote colérico dijo: ***La organización de la sociedad se expresa en la distribución de las enfermedades.*** *(Mario Timio, Página 12 del 17/3 /91) La propagación de enfermedades gastrointestinales adquiere cada vez mayor importancia en razón de la escasez de agua potable y de redes cloacales. Según el Censo Nacional de 1991, en la Provincia de Buenos Aires sólo el 42,24% de la población tiene servicio de agua corriente y el 23% cuenta con cloacas, pero sólo el 8,05 de los efluentes líquidos son tratados en plantas depuradoras.*

No nos une el amor, nos une el espanto.

Aplicaciones prácticas:

Se utilizaron censos de algas en varios tramos del Río Reconquista y del río Luján : en el primer trabajo se reproducen listas de algas ,cada una de las cuales indica un determinado tipo de contaminación ; por ej;Oscillatoria sp. (Cyanophyceae) indica contaminación con cobre; Pinnularia viridis (Bacillariophyceae) indica fenoles ,taninos y celulosa , etc.Hallaron, como era esperable , una fuerte presencia de Cyanofitas y Euglenofitas en la muy contaminada desembocadura del Reconquista .[15, 17]

. Del Depto. de Plástica y de Lengua castellana y/o extranjeras, diseñar posters, follletos, escribir artículos periodísticos o guiones de radio o TV.

-Un estudio sobre el impacto de los problemas ambientales sobre la salud en las ciudades latinoamericanas indicó que cerca del 90% de las enfermedades se vinculan con problemas de saneamiento ambiental. [8]

-La tasa de mortalidad infantil en 1986 fue del 26,2 por mil y se estima que el 18 por mil eran muertes evitables. [9]

-En 1984 la diarrea (por infección con *Salmonella* y *Shiguella*) provocó en la Argentina el 9,7% de las muertes de niños entre 0 y 4 años. [10]

-Población que carece de agua potable en América Latina:

Bolivia 63%
Honduras 56%
Ecuador 55%
Argentina 40% [11]

-La ex-Obras Sanitarias de la Nación advirtió en su momento que se encontraba al borde del cese del servicio de potabilización por falta de fondos e insumos [12], agravado por la pérdida de casi la mitad del agua ya potabilizada y transportada por redes de distribución rotas e irreparables.

-En Argentina, una de cada cuatro camas de hospital está ocupada por enfermos por contagio hídrico (OMS).

-En Argentina las epidemias más recientes de cólera se produjeron en 1856, 1867, 1873, 1894 y HOY. **Reflexionemos, como lo hicieron en su momento quienes tomaron las primeras medidas que permitieron erradicar el cólera durante un siglo**

¿CÓMO SE MIDE LA CONTAMINACIÓN?

Observar la contaminación puede ser accesible (no siempre), pero medirla es otra cosa.

Para ello se han estandarizado ensayos. Existen determinaciones específicas de contaminantes, y otras más generales, mencionaremos algunas de ellas.

Determinación de oxígeno disuelto.

Consiste en una determinación química simple (titulación), aunque en la actualidad suelen usarse medidores electrónicos de concentración de oxígeno. Por regla general se considera que una concentración inferior a los 5 miligramos por litro provoca la muerte de casi todos los peces y de gran parte de la biota. A modo de ejemplo, reproducimos algunos datos de oxígeno disuelto registrados en el río Matanza-Riachuelo [13]:

Río Matanza, cruce con ruta 3 Km50 8,4 mg/litro
Cruce con la Autopista Ricchieri 2,6 mg/litro
Cruce con el Puente la Noria 0,1 mg/litro
Cruce Puente Nicolás Avellaneda 0,0 mg/litro

Algo similar ocurre en el río Reconquista, donde el oxígeno disuelto en su tramo superior escasamente contaminado oscila alrededor de 7 mg/litro, pero nunca supera los 2 mg/litro cerca de su desembocadura. En este último sitio de muestreo suele permanecer sin nada de oxígeno disuelto durante varios meses de verano[14]

Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Consiste en una incubación de la muestra de agua durante 5 días a 20° C y la determiación del oxígeno disuelto al comienzo y al final de la misma. La diferencia de concentración indica el oxígeno utlizado para la degradacion biológica de la materia orgánica. Cuanto mayor sea la cantidad de materia orgánica en la muestra, mayor será la DBO. Se sugieren valores de 40 miligramos de oxígeno por litro para la protección de la vida acuática. Por ejemplo, en los mismos sitios del río Matanza-Riachuelo.

Cruce con Ruta 3 Km	5,0 mg/litro
Cruce con Autopista Ricchieri	27,0 mg/ litro
Cruce con Puente la Noria	159,0 mg/litro

El Canal Oeste próximo a la ciudad de La Plata presenta valores de alrededor de 210 mg por litro de DBO.[16]

Organismos indicadores

Usted seguramente habrá oído hablar de los organismos indicadores. Comencemos a estudiarlos a partir de la siguiente actividad:

Actividad N°35: Conteste las siguientes preguntas:
a) ¿Qué condiciones cree ud. que debe cumplir un organismo para ser indicador?
b) ¿Qué ventajas y desventajas tienen los seres vivos sobre los parámetros físico-químicos para la detección y medición de la contaminación?
c) ¿Conoce ejemplos de organismos indicadores? Menciónelos.

Un organismo indicador clásico es la bacteria *Escherichia coli.* La presencia de esta especie en un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana, ya que sólo se reproduce en el tracto digestivo del hombre.

Cuando se busca medir la contaminación por desechos cloacales se hacen censos de bacterias coliformes al microscopio. Según standards internacionales, en el agua potable no debe haber más de 20.000 bacterias coliformes por 100 mililitros.

A pesar de ser una bacteria muy abundante no causa tantos problemas sanitarios (algunas diarreas) como sus asociadas, las enterobacterias de los géneros *Salmonella y Shiguella*, causantes de las más importantes enfermedades gastrointestinales: fiebre tifoidea, paratifoidea y gastroenteritis aguda. Dado que la cantidad de *E. coli* es muy superior a la de las otras, la ausencia de la misma en una muestra de agua permite suponer que tampoco se encuentran las otras especies más peligrosas; por el contrario, la presencia de *E. coli*, si bien no asegura la de las otras, permite sospecharla. Por lo tanto, una muestra de agua con análisis bacteriológicos

positivos no es potable a menos que sea tratada específicamente.

CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

El recorte periodístico N° 2 (Ver Anexo "Los diarios hablan"), tiene algo especial. ¿Por qué? Por un lado, la noticia de este fallo judicial nos soprende por lo poco frecuente, y por otro lado, nos sirve para introducirnos en el análisis de un contaminante específico: el arsénico.

Este elemento existe normalmente en la naturaleza en forma pentavalente, pero el de origen industrial es trivalente y mucho más tóxico. No es un elemento esencial para el hombre, pero se lo encuentra regularmente en los tejidos en muy pequeñas cantidades. Es un veneno protoplasmático que inhibe los grupos SH de las enzimas. Sus sales se absorben fácilmente a nivel gastrointestinal, pero no ocurre lo mismo con el arsénico elemental. También es absorbido por piel y pulmones.

La intoxicación crónica produce pérdida de apetito y de peso, diarrea alternada con estreñimiento, trastornos gastrointestinales, neuritis periférica, conjuntivitis, hiperqueratosis, melanosis cutánea y a veces cáncer de piel y órganos internos (hígado, pulmones, conductos biliares y esófago).

La mayoría de los contaminantes no sólo tienen efectos sobre los humanos sino también sobre la biota en general. Muchas veces este último aspecto puede ser tanto o más perjudicial que la intoxicación directa. Por ejemplo: el cromo afecta a las bacterias degradadoras haciendo que la materia orgánica entre en el camino de la descomposición anaeróbica con la consiguiente producción de ácido sulfhídrico (olor a huevo podrido), metano, etc.

****

Ahora que tenemos un panorama respecto de qué es importante tener en cuenta cuando hablamos de contaminación, sus orígenes, tipos, formas y sobre todo sus indeseables consecuencias, veamos cómo se presenta la situación en relación con el agua superficial y subterránea en Capital Federal y Gran Buenos Aires.

Referencias Bibliográficas

1 Subsecretaría de Recursos Hídricos, O.S.N., 1974. **Manual de Laboratorio para Técnicos Sanitarios.**

2 **Ecología, el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales.** Odum E.P.- Editorial C.E.C.S.A., México 1979

3 **Limnología**. Margalef R., Edit. Omega. Barcelona, 1984.

4 **Calidad en las aguas del Río Paraná. Introducción a su estudio ecológico.** Bonetto, INCYTH 1976, en Branco 1984.

5 **La contaminación, factor de desequlibrio ecológico.** Berón L., Subsecretaría de Medio Ambiente. Min. de Salud Pública y Medio Ambiente. Bs.Aires 1981.

6 **Limnología Sanitaria, Estudio de la polución de aguas continentales.** Branco M., Monografías de la OEA, Serie Biología N° 28, Washington 1984.

7 Censo Nacional 1991, INDEC.

8 OPS-Instituto Interamericano de Medio Ambiente y Desarrollo, citado en Página 12 del 17/3/91.

9 Ministerio de Salud y Acción Social. Citado del diario Página /12 del 17/3/91.

10 Diario Página /12 del 17/3/91.

11 Greenpeace, citado en el Diario Página /12 del 17/3/91.

12 Diario Clarín del 22/4/91.

13 **La contaminación factor de desequilibrio ecológico.** Berón, Laura. Subsecretaría de Medio Ambiente, 1981.

14 **Premières Données sur le phytoplankton et les caractéristiques physico-chimiques du rio Reconquista (Buenos Aires) , une rivière polluee**. Loez C.R.y Salibian A., *Rev. Hydrobiol Trop.* 23 (4) :283-296, Universidad de Lujan.

15 **Structural changes and dynamics of the phytoplancton community along a highly polluted lowland river of Argentina** . Conforti V. *et al. Journal of Aquatic Health*. En prensa.

16 **Las aguas de Río Santiago**. Ronco A., Porta A. y Roca A., *Rev. Ciencia Hoy Vol 4, N° 19*

17 **Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton comunity along a pollution gradient in a lowland river-a multivariate approach.** Del Giorgio P.A., Vinocur A., Lombardo R., Tell H. *Hydrobiologia* 224,129-154, 1991.

CLAVE DE RESPUESTAS

Actividad N°30 : 1) En todas las definiciones el hombre está presente, ya que se mencionan procesos contrarios al orden natural o al desarrollo normal de las poblaciones. En este caso, el hombre está implicado como causante de la contaminación. Por otro lado se menciona el concepto de uso de un recurso dándole un sentido antropocéntrico, hay contaminación cuando el hombre se perjudica. Aquí se podría encuadrar dentro del concepto algunos cambios de origen estrictamente natural, pero que afectan los intereses del hombre. 2) Odum y Berón destacan a la contaminación como resultante de un desfasaje en el ciclo de la materia; Margalef-Bonetto y Branco consideran el ecosistema íntegro, más allá de los intereses humanos; el tercer grupo de definiciones: O.M.S., Asociación de Derecho y Margalef (1984) hacen hincapié en el uso o valor de los recursos.

Actividad N°31 : a) Clave abierta
b) si no se trata de descargas cloacales, piense en excretas de ganado o arrastre de fertilizantes de los campos circundantes.

Actividad N°32 : Clave abierta

Actvidad N°33 : Aquí serán prioritarios los siguientes contaminantes: Plaguicidas: las sustancias que eliminan las plagas animales o vegetales suelen ser sustancias sintéticas, tóxicas no sólo para la plaga; algunas de ellas, no biodegradables, se acumulan en el medio físico o en los propios organismos. Fertilizantes: arrastrados por la lluvia, escurren superficialmente o se infiltran y llegan a ríos y lagunas, eutroficándolos.

Actividad N°34 : Clave abierta

Actividad N°35 : a) Para ser indicador un organismo debe tener un nicho ecológico estrecho para las condiciones que indica. Un organismo que presenta una distribución muy amplia, difícilmente pueda indicar particularidades, en cambio aquél que sólo se presenta en determinadas condiciones ambientales puede ser usado como indicador. Debe ser también de fácil identificación sistemática. Si la identificación es engorrosa, es poco práctico tomarlo como indicador.

b) Los organismos y comunidades pueden ser útiles para la determinación y cuantificación de la contaminación ya que no reflejan condiciones instantáneas sino que su presencia es el resultado de un conjunto de factores ambientales que actuaron durante un cierto tiempo. Esto permite, en muchos casos ,identificar vertidos discontinuos cuando la frecuencia de emisión de los contaminantes ha sido sincronizada de manera tal de no ser captada por los discontinuos muestreos de control. En pocas y claras palabras, una descarga contaminante realizada un fin de semana o durante la noche puede no ser captada por muestreos físico-químicos hechos en horario laboral, pero sí por un organismo o comunidad indicadora.

La desventaja de usar organismos o comunidades indicadoras radica en que la identificación de las especies es una tarea muy especializada.

c) *Euglena spp.* y Cianofitas indican la presencia de importantes cantidades de materia orgánica. Los salmónidos señalan la presencia de aguas bien oxigenadas pero pobres en minerales, como las de deshielo de los lagos patagónicos.

CAPÍTULO V

Los ríos tienen su historia

LOS RÍOS NO SON TODOS IGUALES

Prácticamente todas las ciudades se ubican a la vera de un río, a veces tan cerca de él que termina por inundarlas con frecuencia. Vd. ha enumerado los usos del agua en el Capítulo III. Entre ellos rescataremos ahora dos de los más frecuentes: la obtención de agua potable y el uso de la corriente para alejar los residuos del asentamiento, además de diluirlos y depurarlos.

En cuanto al agua potable, los ríos siguen siendo la principal fuente. Luego fue complementada con agua subterránea cuando, durante el siglo pasado, se generalizó la tecnología para su extracción, la que por otra parte, en Medio Oriente, es muy antigua. Y en cuanto al vuelco de líquidos cloacales, es ésta una antigua práctica corriente en todo el mundo, una forma de usar el recurso no sólo por su capacidad de transporte, sino también por sus mecanismos de autodepuración: la dilución y la biodegradación, que pueden ser entendidas como **funciones** de los ecosistemas naturales.

La práctica de arrojar residuos al agua es válida mientras el volúmen que se arroje no sea excesivo para el caudal del río y mientras no se lo contamine con tóxicos o sustancias no biodegradables.

Actividad N° 37: Revise los Capítulos II y IV, y detalle cómo y quiénes cumplen las funciones de biodegradación en los ecosistemas acuáticos.

ENCUESTAS REALIZADAS

ENCUESTA RESPONDIDA POR
ANITA ZALTS, DOCTORA EN QUÍMICA,
INVESTIGADORA-DOCENTE EN EL ÁREA DE QUÍMICA AMBIENTAL
DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SARMIENTO

— Q = química en gral.
A = química ambiental

Anita Zalts

	COLUMNA 1				COLUMNA 2			COLUMNA 3				COLUMNA 4	
	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN ... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
ácido	QA				química	química, biología, agronomía			el modelo / teoría		no	✓	
acidez	QA				"	" " "			"		no		
acidificación		QA			"	" "					no	✓	
acidificado	QA				"	" "					no	✓	
acuático	A		Q		biología						✓	✓	
acuífero	A		Q		hidrogeología			✓					
agente	QA					" " , etc				✓		✓	
agua	QA				química	" " geología, etc		✓			✓		
alcalinidad	QA				"			uso, definición					
alcalino	QA				"						no	✓	
algas		A	Q		biología			clasificaciones			?		
algal		A	Q		"							✓	
microalgas		A	Q		"								
ambiente	A	Q								✓	no		
amiental	A		Q								no	✓	
ambientalistas			QA				✓			✓			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA /	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO / VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
amonio	QA				química			✓			no	✓
amoniaco	QA				"			✓		✓	no	✓
amoniaçal	QA				"					✓	no	✓
análisis	QA				"	química, medicinático, etc				✓	no	
analizar	QA					" " "				✓	no	✓
~~analítico~~	QA					" " "					no	
arsénico	QA				química	" , geología		✓		✓	no	
atmósfera	A	Q				meteorología, química, física				✓	no	
bacterias	A		Q		microbiología					✓	no	✓
bacteriana	A		Q		"							
bactérica			QA							✓	✓	✓
bactericida	A	Q			"					✓	✓	✓
bacteriológico	A		Q		"					✓		
enterobacterias		A	Q		"					✓		
anaerobiosis	A	Q			"					✓		
bioacumulación	A	Q				biología, química						
biocenosis				✓						✓		
biocidas		A.	Q			biología, microbiología						

2

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO / VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
biodegradable	A	Q				biología, química				✓		✓
bioensayos	A		Q		biología					✓		
biogeográficas				X								
biología		A	Q		"					✓	✓	
biológico	A	Q				biología, química				✓	✓	
biomasa	A		Q		biología					✓		
bioquímica			QA							✓	no	
bioresistente				X								
biosfera	A		Q		biología					✓		
biota	A		Q		"					✓		
bioturbación				X								
cadmio	QA				química	química, geología		✓				
calcio	QA				"	" " , biología		✓				
calidad	QA									✓	no	
cauce	A		Q			geología, geografía				✓	✓	
cianofitas		A	Q		microbiología					✓		
cianoficeas			QA		"							
cyanophyceae			QA		"							

3

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO DE
clases		QA				toda disciplina				✓	no		
clasificación		Q,A								✓	✓		
clasificar		Q,A								✓	✓		
clorofila	A	Q				biología, química		✓			no		
cloroficeas			QA										
cucloroficeas				X									
cloruro	QA				química	qco, biología, geología		✓			no		
cloro	QA				"			✓			no		
clorofila													
clorado	Q,A				"					✓	no	✓	
cloración		QA			"					✓	no		
hexacloruro		Q,A			"					✓			
policlorados		QA			"					✓			
dicloro		QA			"				regio				
tricloroacético		Q,A			"			✓					
cobre	QA				"	qco, geología		✓			no		
Cu	QA				"	" "		✓					
color	Q	A				química, física				✓	no		

4

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO DE ...
colorimetría		Q	A		química			✓			no		
compuesto	AQ				"					✓	no		
comunidad		A	Q			biología, ecología				✓	no		
concentración	QA				"	qco, biología, oceanografía, et.		✓			✓		
conductividad	Q,A					qco, física				✓	no	✓	
consumo	A	Q								✓	no		
contaminación	A	Q				química, biología, toxicología				✓	no		
contaminado	A	Q				" " "				✓	no	✓	
contaminante	A	Q				" " "				✓	no		
cromo	QA				qco			✓			no		
dicromato	QA				"			✓					
cromatografía	Q	A			"			✓		✓			
Cr	QA				"			✓					
cuenca	A		Q			geología, geografía		✓			no		
curso	A		Q			" "				✓	✓		de agua
demanda bioquímica de oxígeno	A	Q				qco, biología			los condicionantes del curso	✓			
DBO	A	Q				" "				✓			

5

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
DQO	A	Q				química, limnología				✓			
degradar/se	QA					"				✓	no		
biodegradable	A	Q								✓	no	✓	
degradado		QA								✓	no	✓	
degradable		QA								✓	no	✓	
degradación		QA								✓	no		
degradadores			QA										
degradabilidad			QA										
densidad	QA					química, física		✓			no		
pura	Q	A				"				✓	no	✓	
pureza	Q	A				"				✓	no		
autodepuración	A	Q				" , limnología				✓	no		
depuración		A	Q							✓			
depurar		A	Q							✓			
depurado			QA										
dilución	QA				química			✓			✓		
diluido	QA				"					✓	no	no	
diluir	QA				"			✓			✓		

6

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
dióxido	QA				química	qco, biología		✓				✓	
disminuir		QA								✓	✓		
disminución		QA								✓	✓		
disolución		QA			"					✓	no		
disolvente			QA		"					✓			
disponible		QA								✓	no		
disponibilidad	A	Q								✓	no		
disponer	A		Q							✓	no		
diversidad													
dureza	Q	A			química	química, ecología			dispone		no		
duras	Q	A			"	"					no	✓	
ecotoxicológica		A	Q			ecología, química, toxicología				✓			
ecosistema	A		Q		ecología	ecología, biología				✓	no		
ecológico		A	Q		ecología	ecología, "				✓	no	✓	
ecología		A	Q		ecología	ecología, "					no		
efluentes	A	Q				química, ingeniería				✓	no		
energía	QA				física	física, química, biología				✓	no		
energético		AQ			"	"				✓	no	✓	

7

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
ensayos	Q	A			q experimentales					✓	no		
bioensayos		A	Q							✓			
Escherichia [coli]	A		Q		microbiología			✓					
especies	QA					eco, biología, etc				✓	no		
Euglenophyceae				X									
Euglenofitas				X									
eutrofiza/cación	A		Q		limnología	limnología				✓			
eutrofia				X									
eutrofizado	A		Q		4					✓		✓	
eutrofizante			AQ										
evaluar	QA									✓	no		
evaluación	QA									✓	no		
evolución		QA			biología					✓	no		
explotación	A	Q								✓	no		
explotar	QA					explosión - explotación		→		✓	no		
explotado	A	Q											
explotable		A	Q										
explotador			QA										

8

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
fauna		A	Q		biología						no		
fértil	A		Q			biología, agronomía				✓	no	✓	
fertilizar	A	Q				agronomía				✓	✓		
fertilizante	QA					" , química				✓	no		
fertilidad		QA				4 " medicina				✓	no		
fertilización		QA				4 " "				✓	no		
fenol	Q	A			química			V					
físico	QA					física, ingeniería, química				✓	no		
fisicoquímico		QA								✓	no	✓	
física			QA		física					✓	no		
fitoplancton	A		Q			biología, limnología				✓			
micro/macrofitos		A	Q			4 4				✓			
saprófitos			QA										
floraciones				X									
flujo	QA					física, ingeniería, química				✓	no		
fluorescencia	Q	A				física, química	V				no		
fluorescente	Q	A				4 4	V				no	✓	
fósforo	QA				química		V				no		

9

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
fotosíntesis	A					biología, química		✓			no		
espectrofotometría	A				química			✓				✓	
freática		A				hidrogeología, geografía		✓				✓	
género			A		biología					✓	no		
genético		A				biología, química				✓	no	✓	
gradiente	A					química, física,				✓		✓	
grado	A					química, física			escala (Temp.), etc.	✓	no		
grupo													
hidrocarburo	A				química					✓	no		
hidráulico		A				física, ingeniería, hidrología				✓	no	✓	
hidratos	A				química					✓	no	✓	
hidroeléctrico/termial			A			física				✓		✓	
hierro	A				química			✓					
Fe	A				"			✓					
hongos		A				biología, micología, etc.				✓	no		
incubación	A					biología, microbiología				✓	no		
ind/mL			A		microbiología			✓			no		
individuos			A			biología, microbiología				✓	✓		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
indicador	A					química, ecología, etc			disciplina	✓	no	✓	
índice		A							"	✓	no	✓	
inorgánico	A				química					✓	no	✓	
insecto		A			biología			✓			✓		
insecticida	A					química, biología				✓			
intoxicación	A					" " toxicología				✓	no		
inundación		A				geografía, hidrogeología				✓	no		
isótopo		A				química, física		✓					
lago	A					limnología, ecología				✓			
laguna		A				" "				✓			
larvas			A		biología								
limnológico	A				limnología					✓			
limnología		A			"								
hipo/epilimnion	A							✓					
líquido	A					química, física					no		
litro	A							✓			✓		
mililitro	A							✓			✓		
magnitud	A									✓			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
magnesio	QA				química			✓			no		
materia	Q	A								✓	no		
media	A	Q			estadística				definición		no		
medio	A	Q				química, microbiología, et			disciplina		no		
medida	QA				cs experimentales					✓	no		
medición		QA			cs. experimentales					✓	no		
medir		QA			"					✓	no		
medible			QA										
mercurio	QA				química			✓			no		
mesosaprobio				X									
metales	QA				química	química, geología, etc.				✓	no		
método	Q,A									✓	no		
microscopio		A	Q			biología, geología, física	✓				✓		
microorganismos	A		Q		microbiología					✓	no		
microalgas		A	Q		"					✓	no		
Microcystis				X									
microclima		A	Q			meteorología, hidrología				✓			
mililitro	Q,A					química, biología, etc		✓			✓		

12

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
miligramo	QA					química biología, física, etc.		✓			✓		
mineral	QA					química, geología				✓	no		
mineralizar		QA			química					✓	no		
mineralización		QA			"					✓	no		
molécula	QA					química, física, biología			Modelo de fuerzas		no		
molécular	QA					" " "				✓	no		
muerte		A	Q			biología toxicología							
muestra	QA				cc experimentales					✓	no		
muestrear	QA					química, análisis, etc.				✓	no		
naturaleza		QA								✓	✓		
natural		QA								✓	no		
nicho			QA			biología, ecología					no		
nitrato	QA				química			✓					
nitrito	Q,A				"			✓					
nitrógeno	QA				"					✓	no		
des/nitrificar	A	Q				química, microbiología				✓			
des/nitrificación	A	Q				" "				✓			
nitrilotriacético		Q	A		química			✓					

13

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
nitrosaminas		Q	A		química					√			
nitrogenado	QA				química	química, agronomía, biología				√			
nutrientes	A		Q			biología, agronomía				√			
nutrimentos			QA										
nutrición			QA										
oligotrofia			QA										
oligotrófico			QA										
oligosaprobio				X									
olor	Q	A								√			
organismo	A	Q								/			
ortofosfatos		QA			química			/					
oxidar	QA				"			√					
oxidado	QA				"					/			
oxidación	QA				"			√					
oxidante	QA				"					√			
oxigeno	QA				"			√					
des/oxigenación		QA			"					√			
des/oxigenado	Q	A			"					/			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
parámetro	QA									√			
partículas	QA					química, física, Meteorología, dc.			disciplina, contexto	√			
patrón	Q	A				" "				√			
peces	A		Q		biología					√	✓		
pesticidas	A	Q				química, agronomía				√	✓		
petróleo	QA					" , geología, ingeniería				/	✓		
petroquimica		QA				" " "				/			
pH	QA				química	qco, " , biología dc.			química				
plancton		A	Q		biología					/			
fito/zoo plancton		A	Q		"					/			
plata	QA				química			√					
plomo	QA				"			√					
Pb	QA				"			√					
plutonio		Q	A		"	química, física		√					
población		QA				ecología, biología				/			
poluido													
poluto			QA										
polución		QA				química, Meteorología				/			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE EL DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
potasio	QA				química			✓					
potable	A	Q			química	medicina, microbiología				✓			
potabilidad		AQ			"					✓			
potabilización/do	Q	A			"					✓			
potabilizado			QA										
precipitado	QA				"					✓			
precipitación	QA				"					✓			
presión	QA					química, física, meteorología		✓				✓	
productividad			QA										
protozoos		A	Q			biología, microbiología				✓			
pruebas			QA										
pseudomonas	A		Q		microbiología								
químico	QA									✓			
quimismo			QA										
bioquímica			QA										
petroquímica		QA											
fisicoquímico	Q	A											
reacción	QA				química								

en Argentina

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE EL DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
reaccionar	QA				química					✓			
recurso		A	Q			ecología, biología, química				✓		✓	
río	A		Q			biología, hidrología, geografía				✓	✓		
rotíferos				X									
sal	QA				química					✓			
salinidad		QA			"					✓			
Salmonella	A		Q		microbiología								
saneamiento		A	Q			ingeniería,				✓			
sedimento	QA					química, limnología, geología				✓			
sedimentar	QA					" "				✓			
sedimentación		QA				" "				✓			
sedimentado		QA				" "				✓			
sensor	QA					química, física, electrónica				✓			
sistema	QA									✓			
sólidos	QA					química, física				✓			
soluble	QA				química					✓			
solubilización	QA				"					✓			
solubilizar	QA				"					✓			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
solución	QA				química	agua, medicina, etc.				/	no		
disolución		QA											
solvente	QA				"					√	no		
disolvente		QA			"					/			
sulfato	QA				química			√			no		
sulfuros	QA				"			√			no		
sulfurado		QA			"					/	no		
sulfhídrico	QA							√				√	
superficie		QA				física, química				√	no		
suspensión	QA					" "				/	no		
suspendido		QA				" "				/	no		
sustancias	QA				química					/	no		
taxonómico		A	Q		biología								
temperatura	QA					química, física etc.				/	no		
tensión		QA				física, química				/			
térmica	QA					" "				/	no	√	
tóxico	QA					química, medicina, biología				/			
toxicológico		QA				" "				/	no		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
ecotoxicológico	A		Q							√			
toxicidad	QA					química biología, toxicología				/	no		
toxinas		QA				" " "				/	no		
intoxicación	QA					" " "				/	no		
tratar	QA									√	no		
tratamiento	QA									√	no		
tratado	QA									/	no		
oligotrófico		A	Q							/			
eutrófico		A	Q							/			
distrófico				X									
trófico		A	Q							√			
turbidez	QA					química, física				√	no		
turbiedad			QA										
turbulencia		QA				química, física, matemática				√	no		
turbulento		QA				" " "				√	no		
turbio		QA				" "				/	no		
bioturbación				X									
uranio		QA			química	química, física		√			no		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGUN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
variable	QA									√	No		
variación	QA									√	√		
variar		QA								√	√		
variabilidad	QA									√			
vegetación	A	Q				biología ecología				√	√		
vegetales		A	Q		biología					√	√		
vertido	A	Q								√	(no)		
vida		QA								√	(no)		
zinc	QA				química			√			(no)		
Zn	QA				"			√			(no)		

ENCUESTA RESPONDIDA POR
GRISELDA ALSINA, MAGISTER EN BIOLOGÍA,
INVESTIGADORA-DOCENTE EN EL ÁREA DE ECOLOGÍA
DEL INSTITUTO DEL CONURBANO
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SARMIENTO

Gral = General
C's de la T = Ciencias de la Tierra

Griselda Alsina

	COLUMNA 1				COLUMNA 2			COLUMNA 3			COLUMNA 4	
	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
ácido	X					Biol / Gral		X				X	
acidez	X					"		X				X	
acidificación	X					"		X				X	
acidificado	X					"		X				X	
acuático	X					"		X				X	
acuífero	X				C's de la T			X				X	
agente	X					Biol / Gral		X				X	
agua	X					"					X		
alcalinidad	X					"		X				X	
alcalino	X					"		X				X	
algas	X					Biol / Gral		X					
algal	X				Biol			X				X	
microalgas	X				Biol			X				X	
ambiente	X					Biol / Gral		X					
amiental	X					"					X		
ambientalistas	X					"					X		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
amonio	X					Biol / fca		X					
amoníaco	X					"		X					
amoniacal	X					"		X					
análisis	X					"				X			
analizar	X					"				X			
analítico	X					"		X					
arsénico	X					"		X					
atmósfera	X					Biol / fca		X					
bacterias	X					"				X			
bacteriana	X					"				X			
bactérica	X				Biol					X			
bactericida	X					"					X		
bacteriológico	X					"					X		
enterobacterias	X				"					X			
anaerobiosis	X					"		X				X	
bioacumulación	X				"			X				X	
biocenosis	X				"			X				X	
biocidas	X					"				X			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
biodegradable	X					Biol / fca				X			
bioensayos	X					"				X			
biogeográficas	X					"				X			
biología	X					"		X					
biológico	X					"		X					
biomasa	X					"		X					
bioquímica	X					"		/		X			
bioresistente	X					"		X					
biosfera	X					"		X					
biota	X					"		X					
bioturbación				X									
cadmio	X					Biol / fca		X					
calcio	X					"		X					
calidad	X					"				X			
cauce	X					Biol / Sedim		X					
cianofitas		X			Biol			X					
cianoficeas		X			"			X					
cyanophyceae		X			"			X					

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
clases	X					Bot / fue		X				X	
clasificación	X					"					X		
clasificar	X					"					X		
clorofila	X					"		X					
cloroficeas	X				Bot	"		X					
eucloroficeas	X				"			X					
cloruro	X					Bot / fce		X					
cloro	X					"		X					
clorofila	X					"		X					
clorado	X					"		X					
cloración	X					"		X					
hexacloruro	X					"		X				X	
policlorados	X					"		X				X	
dicloro		X				"		X				X	
tricloroacético		X				"		X				X	
cobre	X					Bot / fue		X					
Cu	X					"		X					
color	X					"				X			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
colorimetría		X				Bot / fca		X				X	
compuesto	X					Bot / fca		X					
comunidad	X					Bot / fue		X					
concentración	X					" / fca / fue		X					
conductividad	X					Bot / fca		X					
consumo	X					Bot / fue		X					
contaminación	X					Bot / fue					X		
contaminado	X					"					X		
contaminante	X					"					X		
cromo	X					Bot / fca		X					
dicromato	X					"		X				X	
cromatografía	X					"		X				X	
Cr	X					"		X					
cuenca	X					Bot / Suelo T		X					
curso	X					"		X					
demanda bioquímica de oxígeno	X					Bot / fce		X					
DBO	X					"		X					

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
DQO	X					Biol / fco		X					
degradar/se	X					"		X					
biodegradable	X												
degradado	X												
degradable	X												
degradación	X												
degradadores	X												
degradabilidad	X												
densidad												X	
pura										X		X	
pureza										X		X	
autodepuración								X				X	
depuración								X				X	
depurar												X	
depurado												X	
dilución												X	
diluido												X	
diluir												X	

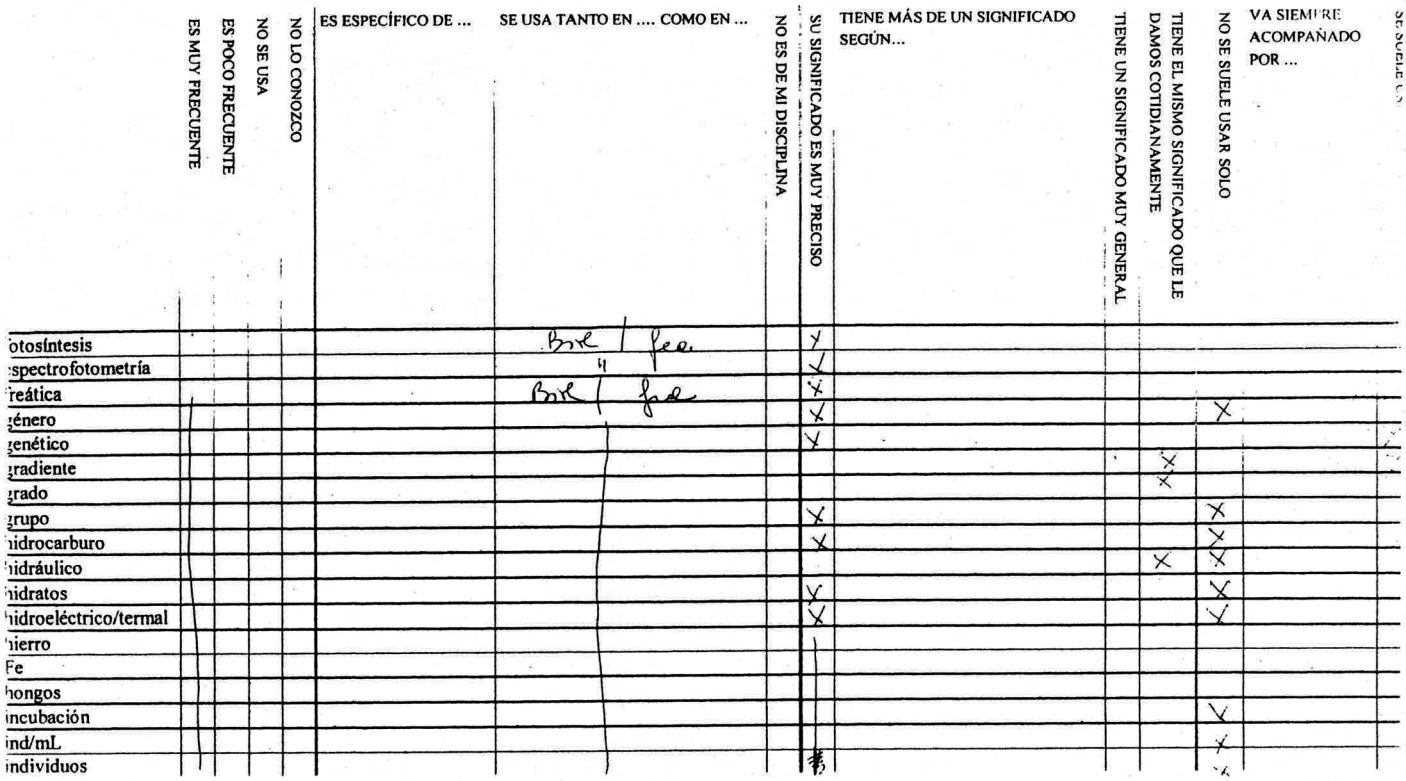
6

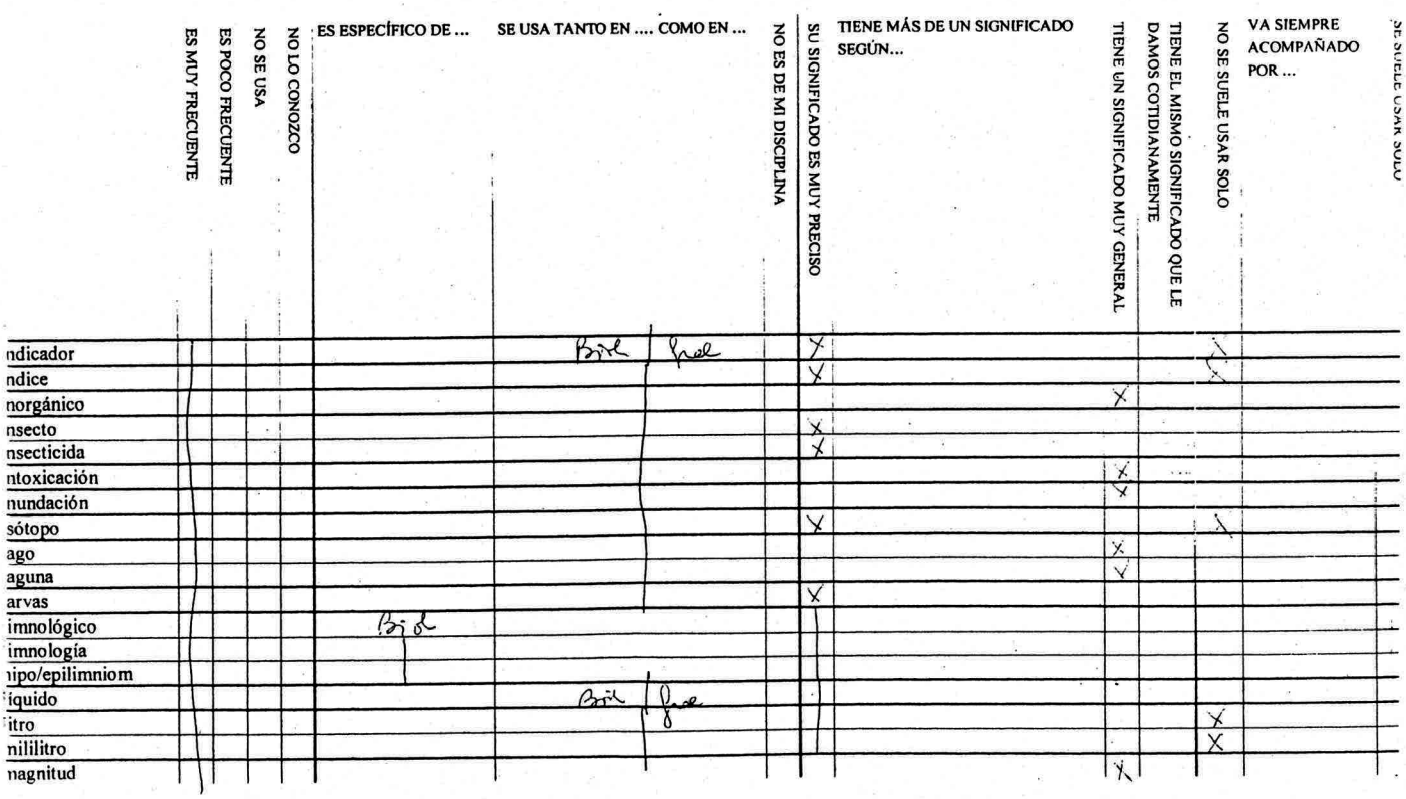
	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
ióxido						Biol fco		X				X	
isminuir						" final				X			
isminución						"				X			
isolución						Biol fco		X				X	
isolvente						"		X				X	
isponible						Biol / final				X			
isponibilidad						"				X			
isponer						"				X			
iversidad						"		X					
ureza						Biol fco		X				X	
uras						"		X				X	
cotoxicológica					Biol			X				X	
cosistema								X					
cológico								X					
cología								X					
fluentes						Biol / fco		X					
nergía						Biol / final		X					
nergético						"		X				X	

7

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
nsayos						Biol / Ecol				X			
ioensayos								X					
scherichia [coli]					Biol			X					
species						"		X					
uglenophyceae		X			Biol								
uglenofitas		X			Biol								
utrofiza/cación													
utrofia													
utrofizado													
utrofizante													
valuar						Biol / Ecol				X			
valuación										X			
volución								X					
xplotación													
xplotar													
xplotado													
xplotable													
xplotador													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
auna						Biol / Ecol				X		X	
értil													
ertilizar													
ertilizante													
ertilidad													
ertilización													
enol						Biol / Ecol		X					
isico													
isicoquímico													
isica													
itoplancton					Biol								
nicro/macrofitos					Biol								
apróftos					"							X	
loraciones						Biol / Ecol							
lujo													
luorescencia		X											
luorescente		X											
ósforo													


ES MUY FRECUENTE
ES POCO FRECUENTE
NO SE USA
NO LO CONOZCO
ES ESPECÍFICO DE ...
SE USA TANTO EN .... COMO EN ...
NO ES DE MI DISCIPLINA
SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO
TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...
TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL
TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE
NO SE SUELE USAR SOLO
VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
otosíntesis
espectrofotometría
reática
género
genético
gradiente
grado
grupo
idrocarburo
idráulico
idratos
idroeléctrico/termal
ierro
Fe
hongos
incubación
ind/mL
individuos


ES MUY FRECUENTE
ES POCO FRECUENTE
NO SE USA
NO LO CONOZCO
ES ESPECÍFICO DE ...
SE USA TANTO EN .... COMO EN ...
NO ES DE MI DISCIPLINA
SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO
TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...
TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL
TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE
NO SE SUELE USAR SOLO
VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
ndicador
ndice
norgánico
nsecto
nsecticida
ntoxicación
nundación
sótopo
ago
aguna
arvas
imnológico
imnología
ipo/epilimniom
iquido
itro
nililitro
nagnitud

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
magnesio						Bre / fnal		X					
materia													
media													
medio													
medida													
medición													
medir													
medible													
mercurio								X					
mesosaprobio		X			Bre			X				X	
metales													
método												X	
microscopio													
microorganismos													
microalgas													
Microcystis		X			Bre			X					
microclima													
mililitro												X	

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
miligramo						Bre / fnal						X	
mineral													
mineralizar													
mineralización													
molécula												X	
molécular													
muerte													
muestra													
muestrear													
naturaleza										X	X		
natural										X	X		
nicho												X	
nitrato												X	
nitrito												X	
nitrógeno													
des/nitrificar													
des/nitrificación													
nitrilotriacético		X											

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
nitrosaminas		X				Bol / Fis		X					
nitrogenado						"		X					
nutrientes						Bol / Fis							
nutrimentos													
nutrición													
oligotrofia					Bol								
oligotrófico													
oligosaprobio		X											
olor						Bol / Fis							
organismo						"							
ortofosfatos		X				Bol / Fis		X					
oxidar													
oxidado													
oxidación													
oxidante													
oxígeno													
des/oxígenación													
des/oxígenado													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
parámetro						Bol / Fis				X		X	
partículas										X			
patrón										X			
peces										X			
pesticidas										X			
petróleo								X					
petroquímica								X					
pH						Bol / Fis						X	
plancton					Bol								
fito/zoo plancton					"								
plata						Bol / Fis							
plomo													
Pb													
plutonio													
población												X	
poluído													
poluto													
polución													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
potasio						Bio Fisi							
potable												X	
potabilidad													
potabilización/do													
potabilizado													
precipitado													
precipitación													
presión													
productividad													
protozoos					Biol								
pruebas													
pseudomonas		X			Biol								
químico													
quimismo													
bioquímica													
petroquímica													
fisicoquímico													
reacción													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
reaccionar						Bio Fisi				X		√	
recurso										X		√	
río										√			
rotíferos		X			Biol			X					
sal												√	
salinidad												√	
Salmonella					Biol			X				√	
saneamiento													
sedimento													
sedimentar													
sedimentación													
sedimentado													
sensor													
sistema													
sólidos													
soluble													
solubilización													
solubilizar													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
solución						Bol / Fis							
disolución													
solvente													
disolvente													
sulfato													
sulfuros													
sulfurado													
sulfhídrico													
superficie													
suspensión													
suspendido													
sustancias													
taxonómico													
temperatura													
tensión													
térmica													
tóxico													
toxicológico													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
ecotoxicológico					Bol								
toxicidad						Bol / Fisl							
toxinas													
intoxicación													
tratar													
tratamiento													
tratado													
oligotrófico													
eutrófico													
distrófico													
trófico													
turbidez						Bol / Fis							
turbiedad													
turbulencia						Bio / Fisl							
turbulento													
turbio													
bioturbación													
uranio						Bol / Fisl							

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL PRIMER SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
variable	X					Biol / Geol					X		
variación	X					"					X		
variar	X					"					X		
variabilidad	X					"					X		
vegetación	X					"					X		
vegetales	X					"					X		
vertido	X					"					X	X	
vida	X					"					X		
zinc	X					"		X					
Zn	X					"		X					

Tesis 12-7-1

Facultad de Filosofía y Letras

Universidad de Buenos Aires

FACULTAD de FILOSOFIA y LETRAS
Nº 327.11 MESA DE
31 MAY 2006
Agr. ENTRADAS

LA SEMÁNTICA DEL LÉXICO ESPECIALIZADO: LOS TÉRMINOS EN TEXTOS DE ECOLOGÍA

Inés Kuguel

Tesis de doctorado

Mayo de 2006

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas

Directora: María Teresa Cabré

Codirectora: Guiomar Elena Ciapuscio

Consejero de estudios: Roberto Bein

TESIS 12-7-1

ÍNDICE TEMÁTICO

Introducción 1

1. Capítulo 1: Marco teórico 7
1.1. Estado de la cuestión 7
1.1.1. La Teoría Comunicativa de la Terminología 8
1.1.2. La Socioterminología 10
1.1.3. La Teoría Sociocognitiva de la Terminología 12
1.1.4. Terminología e Informática 13
1.1.5. La Teoría Comunicativa de la Terminología 15
1.1.6. Texto y Terminología 17
1.2. Marco teórico 19
1.2.1. La Teoría Comunicativa de la Terminología 19
1.2.2. El modelo textual de múltiples niveles 21
1.2.3. El Léxico Generativo 23
Conclusiones 25

2. Capítulo 2: Metodología 26
2.1. Principios metodológicos 26
2.2. La constitución del corpus textual 27
2.3. El relevamiento de las unidades léxicas especializadas 30
2.4. El análisis de las unidades léxicas en los textos 32
Conclusiones 35
Apéndice del capítulo 2 36

3. Capítulo 3: Los textos especializados 43
3.1. Los niveles textuales 43
3.1.1. La situación 44
3.1.2. La meta comunicativa 45
3.1.3. El contenido semántico 46
3.1.4. Los recursos formales 49
3.2. El corpus de textos de ecología 50
3.2.1. El nivel situacional 50
3.2.2. El nivel funcional 54
3.2.3. El nivel del contenido semántico 59
3.2.3.1. Dominio, tema y despliegue temático 59
3.2.3.2. Redes conceptuales 69
3.2.4. El nivel formal 78
Conclusiones 83

4. Capítulo 4: El léxico especializado 85
4.1. El modelo del Léxico Generativo 85
4.2. El léxico especializado en limnología 90
4.2.1. Entidades 91

TESIS 12-7-1

4.2.1.1. Entidades contenedoras 92
4.2.1.2. Entidades contenidas 96
4.2.1.3. Entidades indicadoras 100
4.2.2. Eventos 104
4.2.2.1. Eventos de cambio de estado 104
4.2.2.2. Eventos naturales y funcionales 108
4.2.3. Cualidades naturales y funcionales 114
Conclusiones 120
Apéndice del capítulo 4 122

5. Capítulo 5: Condiciones pragmáticas y cognitivas de la configuración semántica de los términos 130
5.1. Condiciones cognitivas de la configuración semántica de los términos 130
5.1.1. Los conceptos 131
5.1.1.1. La noción de 'concepto' 131
5.1.1.2. Los conceptos especializados 132
5.1.2. Los conceptos en el dominio de la ecología 135
5.1.2.1. El agua: locativo natural 139
5.1.2.2. Las sustancias contenidas en el agua: indicadores naturales 140
5.1.3. La relación entre conceptos, términos y textos 147
5.2. Condiciones pragmáticas de la configuración semántica de los términos 149
5.2.1. Presuposición vs. explicitación 152
5.2.2. Especificación vs. subespecificación 155
5.2.3. La relación entre tipo de significado y tipo de texto 160
Conclusiones 162

6. Capítulo 6: Patrones de activación del significado especializado 163
6.1. La noción de 'patrón' 163
6.2. Patrones de activación de los significados especializados 'contenedor' y 'contenido' 165
6.3. Patrones de activación del significado especializado 'indicador' 167
Conclusiones 170

Conclusiones finales 172

Bibliografía 180

Anexos 196

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 2.1. 31
Figura 2.2. 33
Figura 3.1. 70
Figura 3.2. 70
Figura 3.3. 71
Figura 3.4. 71
Figura 3.5. 73
Figura 3.6. 74
Figura 3.7. 77
Figura 4.1. 86
Figura 4.2. 87
Figura 4.3. 87
Figura 4.4. 95
Figura 4.5. 121
Figura 5.1. 138
Figura 5.2. 146
Figura 5.3. 149

Cuadro 3.1. 49
Cuadro 3.2. 52
Cuadro 3.3. 53
Cuadro 3.4. 57
Cuadro 3.5. 63
Cuadro 3.6. 64
Cuadro 3.7. 65
Cuadro 3.8. 67
Cuadro 3.9. 80
Cuadro 3.10. 81
Cuadro 4.1. 93
Cuadro 4.2. 93
Cuadro 4.3. 94
Cuadro 4.4. 113
Cuadro 4.5. 113
Cuadro 5.1. 155

AGRADECIMIENTOS

No fue poco el tiempo que pasó desde que comencé a transitar el camino que me condujo a esta tesis. Por eso, son muchas las personas y las instituciones de las que recibí ayuda y a las que me gustaría agradecer.

Para empezar quiero agradecer a Andreína Adelstein y a Laura Kornfeld.

A Andreína, mi pseudo hermana postiza, porque gran parte de lo que hago y lo que soy profesionalmente se lo debo a ella. Y porque la afinidad que sentimos en cuanto a los que nos gusta de la lingüística le ha dado y le sigue dando una gran cuota de alegría a nuestro trabajo cotidiano. A Laura, con quien discutir de lingüística es algo realmente fascinante, porque su enorme inteligencia es para mí un desafío estimulante que me llena de ganas de seguir investigando más y mejor y me da las energías para hacerlo.

He tenido la suerte de contar con dos directoras de lujo: Teresa Cabré y Guiomar Ciapuscio.

A Teresa quiero agradecerle por su entusiasmo contagioso y por haberme abierto las puertas del Instituto de Lingüística Aplicada de la Universidad Pomeu Fabra en donde pude conocer a investigadores y teóricos de la terminología de los que aprendí mucho. Y también, porque aun a la distancia, supo ofecerme el equilibrio de libertad y orientación que me permitieron llevar a cabo esta investigación.

A Guiomar le agradezco por la paciencia que tiene conmigo y por todo lo que me enseñó, no solo acerca de lingüística sino también acerca de lo que significan la seriedad y el rigor académicos. Le agradezco también por sus lecturas tan enriquecedoras, por la guía que supo darme cuando me estancaba y por haberme permitido compartir todos sus conocimientos. De hecho, el análisis de los textos de especialidad que se presenta en la tesis no habría sido posible sin su colaboración.

El Instituto de Lingüística de la Facultad de Letras de la Universidad de Buenos Aires, en donde empecé a desempeñarme como investigadora, ha sido una institución crucial en mi carrera. A lo largo de los años en que trabajé allí, conocí a personas sumamente valiosas que me ayudaron mucho. En particular, quiero agradecer a Roberto Bein, mi consejero de estudios, por recordarme siempre la dimensión ideológica de esta tarea y por su disposición a ayudarme en todo momento.

Del Instituto del Desarrollo Humano de la Universidad de General Sarmiento he recibido un fuerte apoyo para desarrollar proyectos de investigación que han sido indispensables para elaborar esta tesis. Son muchas las personas que me han ayudado, sobre todo, mis compañeros del área de Lingüística, a quienes quiero agradecer por el aporte que representó para mí haber compartido con ellos la tarea de investigación en estos los últimos años.

Igualmente valiosos fueron los aportes del grupo de investigadoras de TERMTEX, con quienes compartimos varios proyectos, porque sus comentarios y observaciones aportaron mejoras a mi investigación.

Decididamente, esta tesis no habría sido posible sin la ayuda de Anita Zalts y Griselda Alsina, mis dos asesoras especialistas, que respondieron a todas mis preguntas con una excelente disposición y una paciencia infinita. Lo poco que sé sobre ecología se lo debo a ellas, de modo que los errores relativos a ese campo de conocimiento que pueda haber son exclusiva responsabilidad mía.

En lo que refiere a su forma final, esta tesis no habría existido sin la ayuda (nuevamente) de Laura Kornfeld. La calidad de sus ideas, la generosidad con que las comparte y su calidez como persona me salvaron en muchos momentos y fueron esenciales para el armado de esta tesis. Quiero agradecerle, además, su ayuda en el proceso mismo de escritura y el aliento que supo darme en todo el tiempo.

Suele pensarse que la investigación es una tarea solitaria y con muy pocas recompensas. Y de hecho es así. Sin embargo, en este momento, no puedo evitar recordar cómo de chica lo miraba a mi viejo sentado horas frente a sus papeles. Los gestos que se iban dibujando en su rostro, la intensidad de su concentración, por momentos el enojo o una media sonrisa en sus labios, me enseñaron –incluso mucho antes de saber lo que significaba realmente– que la investigación científica puede ser algo placentero. Quiero agradecerle a mi padre por eso y me gustaría poder contarle que me di cuenta de que, cuando todo alrededor se torna oscuro y difícil, esta tarea –tan extraña para algunos, tan familiar para mí– puede ser, también, un refugio.

Finalmente, quiero a agradecerle a mi familia por el aguante. A Irina por su risa cálida, a Arturo por su tierna curiosidad, a Demetrio por su contención llena de lucidez y por todo siempre. A los tres, porque el amor que siento por ellos y de ellos es lo mejor que tengo.

... repitiu-o até perder a conta das vezes, até sentir que uma vertigem o lançava para fora de si mesmo, até deixar de compreender o sentido do que estava a dizer, então pronunciou a palavra forno, a palavra alpendre, a palavra barro, a palavra amoreira, a palavra eira, a palavra lanterna, a palavra terra, a palavra lenha, a palavra porta, a palavra cama, a palavra cemitério, a palavra asa, a palavra cântaro, a palavra furgoneta, a palavra água, a palavra olaria, a palavra erva, a palavra casa, a palavra fogo, a palavra cão, a palavra mulher, a palavra homem, a palavra, a palavra, e todas as coisas deste mundo, as nomeadas e as nao nomeadas, as conhecidas e as secretas, as visíveis e as invisíveis, como un bando de aves que se cansasse de voar e descesse das nuvens, foram posando pouco a pouco nos seus lugares, preenchendo as ausências e reordenando os sentidos.

José Saramago, "A caverna"

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Esta tesis se propone contribuir a una caracterización semántica del léxico a partir del análisis ejemplar de las unidades léxicas empleadas en un corpus de textos especializados en ecología. La relevancia de la investigación que se presenta radica en que se aborda un tema propio de la terminología, una disciplina que ha merecido un escaso tratamiento en nuestro país, sobre todo desde la perspectiva lingüística con la que es encarada aquí. En este sentido, esta tesis procura cubrir un vacío respecto de los estudios de semántica especializada en español y, también, respecto de la caracterización de los textos científicos producidos en esta lengua en el ámbito de la ecología.

De este modo, a lo largo de los seis capítulos que conforman este trabajo se intenta responder una serie de preguntas que podrían formularse de la siguiente manera: ¿en qué consiste el significado especializado?, ¿cómo puede describirse y explicarse?, ¿cómo influyen los textos –según el dominio en que fueron producidos y su grado de especialización– en la configuración semántica de las unidades léxicas empleadas en ellos?; finalmente, a partir de los resultados obtenidos, ¿es posible extraer generalizaciones respecto de los contextos en que el significado especializado se configura?

Estas preguntas vinculan el problema que intenta resolver esta tesis con una larga tradición que incluye, desde los estudios del léxico y los lenguajes de especialidad, a autores como Eugen Wuster, Alain Rey, Lothar Hoffmann o Juan Carlos Sager, pero también, desde la perspectiva filosófica, la teoría de los conceptos, que puede rastrearse en los textos de Gottlob Frege, Hilary Putnam y Jerry Fodor, al igual que autores como Eugenio Coseriu, Alan Cruse y Ray Jackendoff desde la semántica lingüística.

Teniendo en cuenta los múltiples despliegues y las diversas aproximaciones del tema seleccionado, gran parte del esfuerzo se ha volcado en acotar el objeto de estudio, procurando reflejar, desde una perspectiva lingüística, la complejidad inherente a los significados

especializados, e intentando capturar las estrechas relaciones que existen entre léxico y texto. En efecto, dado que se trata de una investigación sobre las palabras o, más bien, sobre los significados de las palabras en contexto, debe partir, necesariamente, de los textos en los que estos significados se activan. Por tal motivo, los resultados alcanzados apuntan a dar cuenta no solo de la configuración semántica del léxico de especialidad sino también de las características propias del texto especializado. Por ello, las conclusiones que se extraen constituyen un aporte al establecimiento de una distinción de naturaleza semántica entre los términos en tanto unidades léxicas utilizadas por los especialistas y las palabras en tanto unidades del léxico común.

La perspectiva lingüística adoptada para estudiar los términos es coherente con los nuevos enfoques de la terminología, que en lugar de basarse en postulados a priori acerca de la naturaleza "especial" de los términos, como las teorías tradicionales, parten de la descripción lingüística de los datos, de modo de caracterizar lo específico de estas unidades del lenguaje natural que se emplean en situaciones de comunicación especializada.

El trabajo de investigación aquí presentado se ubica, así, en el marco de la Teoría Comunicativa de la Terminología (TCT), uno de cuyos principios, el de la circularidad entre la teoría y las aplicaciones, plantea que, así como toda tarea debe basarse en fundamentos teóricamente coherentes y metodológicamente adecuados, del mismo modo todo trabajo aplicado debe redundar en una revisión y ampliación de la teoría. En este punto, adoptar el modelo semántico del Léxico Generativo y articularlo con una teoría textualista de múltiples niveles no solo ha permitido ofrecer un análisis detallado de los términos en sus contextos naturales de uso, sino que también ha dado lugar a una propuesta de integración que procura enriquecer a la TCT desde el punto de vista teórico y metodológico. Asimismo, esta investigación se propone como un aporte a la semántica léxica a partir de un estudio que, por estar acotado a un conjunto de palabras provenientes de textos producidos en un ámbito científico, permite controlar las posibles variables contextuales que impactan en la configuración semántica del léxico.

Por su parte, la elección del dominio de la ecología responde a ciertos factores previsibles en cuanto al modo en que cada colectivo científico expresa sus saberes. Tal como afirma Alain Rey (1998), se pueden distinguir cuatro grandes grupos de disciplinas según el modo en que organizan su vocabulario. La terminología de las ciencias hipotético-deductivas "puras" se basa centralmente en juicios analíticos y se encuentra fuertemente convencionalizada (piénsese, por ejemplo, en el término *sumatoria*, en matemática o *negación*, en lógica). Por su

parte, los términos de las disciplinas técnicas, con una meta funcional, se corresponden con objetos construidos y operaciones inscriptas en un proceso (*microprocesador*, *soldadura*). Otros ámbitos especializados tienen una terminología vinculada con discursos de interpretación, organización y normalización de las relaciones interhumanas, como en la religión, la política o el derecho (*pecado*, *inimputabilidad*). Finalmente, la terminología de las ciencias en las que interviene la relación entre un sujeto y los objetos que se le revelan mediante la observación, se basan principalmente en juicios sintéticos; dentro de ellas se distinguen las ciencias del hombre o ciencias sociales (*signo*, *plusvalía*) y las ciencias de observación de lo no humano o ciencias naturales (*felino*, *bacteria*). Entre ellas, la diferencia terminológico-conceptual principal consiste en que mientras las ciencias sociales suelen establecer tantas terminologías como teorías (o incluso teóricos), las ciencias naturales –entre las que se encuentra, precisamente, la ecología– tienden a la unificación de paradigmas.

Planteados así el tema y el objetivo general de explicar la peculiaridad semántica de los términos de ecología en situaciones reales de comunicación, la investigación se ha propuesto lograr, además, objetivos más específicos. Por un lado, se diseña aquí una tipología capaz de caracterizar textos especializados del dominio, establecer sus grados de especialización y dar cuenta de su estructuración conceptual. Por otro lado, se formula una propuesta de organización de los factores que intervienen en la determinación del significado especializado y de su realización, según el tipo de texto, con el fin de explicar su configuración semántica en contexto.

Para alcanzar estos objetivos, se adoptan, como ya se ha adelantado, los principios de la Teoría Comunicativa de la Terminología (Cabré 1999, 2003), a los que se suman un modelo semántico, adecuado para describir y explicar la configuración semántica de las unidades léxicas a partir de los sentidos generados en contexto, y un modelo textualista, que da cuenta de los aspectos situacionales, funcionales y de los formales de los textos.

En el marco de la Teoría Comunicativa de la Terminología, se parte del supuesto de que la unidad terminológica es "una unidad léxica activada singularmente por sus condiciones pragmáticas de adecuación a un tipo de situación comunicativa particular" (Cabré 2001:24). De este supuesto surge la hipótesis general que ha orientado la investigación, que plantea que las unidades léxicas empleadas para vehicular conocimiento científico activan componentes de significado que se encuentran condicionados por factores cognitivos y pragmáticos propios de la comunicación especializada.

Con respecto a la activación de los componentes especializados del significado del léxico, esta tesis se sitúa en una perspectiva lingüística que afirma que la estructura semántica de un ítem léxico se encuentra configurada por los sentidos generados a partir de su empleo en un contexto determinado (Pustejovsky 1995a, 2001). Este enfoque resulta particularmente adecuado para un estudio de este tipo por dos razones. En primer lugar, porque del hecho de que el significado léxico se genera en contexto se sigue que éste es recuperable a partir del análisis del modo en que las unidades se combinan en la superficie textual. En segundo lugar, porque proponer una estructura semántica organizada a partir de la interrelación de los diversos aspectos que confluyen en el significado de una palabra permite capturar el significado especializado en toda su complejidad.

De los supuestos del modelo del Léxico Generativo, se deduce, entonces, que el particular entramado de inferencias conceptuales que caracteriza el conocimiento científico determina la configuración semántica del léxico especializado. Así pues, en ecología, los sentidos que constituyen los componentes de significado especializado centrales del dominio se activan principalmente en unidades léxicas que denotan clases naturales, y es posible sistematizar los contextos de activación de estos significados especializados.

Finalmente, respecto de los condicionamientos pragmáticos de activación del significado especializado, se parte del supuesto de que el contexto natural de empleo de las unidades terminológicas son los textos de especialidad, los cuales presentan subclases en función de su grado de especialización (Ciapuscio 1995-1999, 2003, Ciapuscio & Kuguel 2002). Sobre esta base, se postula que el modo en que se realizan los niveles situacional, funcional y semántico de los textos de especialidad impacta en la configuración semántica de las unidades léxicas, en el nivel formal. Consecuentemente, se afirma que el grado de especialización de los textos determina la complejidad de la terminología en cuanto a la cantidad y el tipo de componentes de significado activados en el léxico especializado.

* * *

La tesis está organizada en ocho partes: seis capítulos, las conclusiones y los anexos. El primer capítulo se abre con un estado de la cuestión que presenta un panorama de las diversas corrientes de la terminología actual: la Teoría General de la Terminología, la Socioterminología, la Teoría Sociocognitiva de la Terminología, los enfoques que vinculan la terminología con la informática, la Teoría Comunicativa de la Terminología y, finalmente, las

perspectivas que vinculan texto y terminología. A continuación se expone el marco teórico general de la investigación, que integra la Teoría Comunicativa de la Terminología con la Lingüística Textual de Múltiples Niveles y el Léxico Generativo. Estos dos modelos teóricos, que permiten dar cuenta de los diversos aspectos relacionados con la semántica del léxico de especialidad estudiado en contexto, se presentan de manera global en este primer capítulo y son retomados, en detalle, en los capítulos 3 y 4.

En el segundo capítulo se presenta la metodología adoptada para lograr el objetivo central de la tesis de formular hipótesis que den cuenta de la influencia del contexto en la configuración semántica del léxico especializado. Así pues, se exponen las tres etapas seguidas para llevar a cabo el trabajo empírico sobre un corpus de textos de especialidad: la caracterización de los textos que conforman el corpus, el relevamiento de las unidades terminológicas en los textos y la puesta en relación de éstas con sus contextos de aparición. Al final del capítulo se incluye un apéndice con los datos cuantitativos y los ejemplos de las encuestas tomadas a los especialistas que asesoraron en la extracción de términos de los textos.

El tercer capítulo se centra en el análisis de los textos que constituyen el corpus que sustenta empíricamente la tesis. En la primera sección (3.1.) se exponen las cuatro dimensiones –situación, función, contenido semántico y recursos formales– que conforman el modelo teórico-metodológico de múltiples niveles empleado para caracterizar los textos, y en la segunda sección (3.2.) se aplica la tipología propuesta al análisis de cada uno de los textos del corpus. Los aspectos analizados en los niveles situacional, funcional, semántico y formal se ilustran mediante cuadros y figuras intercaladas a lo largo del capítulo. En la parte final (3.3.) se exponen las conclusiones empíricas y teóricas que surgen de la caracterización textual realizada.

En el cuarto capítulo se lleva a cabo el análisis semántico de los términos extraídos del corpus. En la primera sección (4.1.) se expone el modelo teórico del Léxico Generativo, adoptado para caracterizar la configuración semántica las unidades terminológicas, y en la segunda sección (4.2.) se aplica este modelo al análisis de las unidades que denotan entidades, eventos y cualidades, con el fin de estipular los significados especializados propios del dominio de la limnología. En la tercera parte del capítulo (4.3.) se propone una organización de las unidades léxicas con valor terminológico, que surge de las conclusiones obtenidas a partir de la caracterización semántica realizada. Al final se incluye un apéndice con los listados de términos y los cuadros de frecuencia por texto de cada tipo.

En el quinto capítulo se exponen los resultados de la puesta en relación entre los textos y las unidades terminológicas, con el fin de explicar las particularidades semánticas de las unidades y postular las condiciones pragmáticas de activación del significado especializado. En la primera parte (5.1.) se expone cómo el particular entramado de inferencias conceptuales que caracteriza al conocimiento científico impacta en la función cognitiva de los textos de especialidad y, por consiguiente, en el léxico empleado en ellos. En la segunda parte (5.2.) se explica por qué el modo en que se realizan los niveles situacional, funcional y semántico de los textos de especialidad determina la configuración semántica de las unidades léxicas, en el nivel formal.

En el sexto capítulo, que se concentra en la implicaciones de los resultados obtenidos en los capítulos precedentes, se proponen los patrones de activación semántica que sistematizan los diferentes contextos en los que se genera el significado especializado en el dominio de la ecología.

Por último, en las conclusiones se recapitulan las conclusiones parciales de cada capítulo, tras lo cual, se exponen los aportes teóricos y metodológicos que se desprenden del estudio llevado a cabo así como las posibles aplicaciones prácticas que se derivan de la investigación realizada.

La tesis se cierra con la bibliografía y los anexos, que contienen los textos del corpus completos y las encuestas tomadas a las especialistas en ecología.

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta, en primer lugar, un estado de la cuestión centrado en las diversas corrientes de la terminología actual. A continuación se expone el marco teórico general de la investigación, que integra la Teoría Comunicativa de la Terminología con la Lingüística Textual de Múltiples Niveles y el Léxico Generativo. Estos dos modelos teóricos, que permiten dar cuenta de los diversos aspectos relacionados con la semántica del léxico de especialidad estudiado en contexto, se presentan aquí y son retomados, en detalle, en los capítulos 3 y 4.

1.1. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Una mirada histórica del tratamiento lingüístico recibido por las unidades léxicas que vehiculan conocimiento especializado permite observar que éstas eran excluidas de las teorías léxicas debido a que eran concebidas como "no-palabras" en virtud del carácter onomasiológico de su tratamiento, su caracterización como unidades mononímicas o su pertenencia estricta a un ámbito científico. Así, por ejemplo, para Coseriu "las terminologías no pertenecen al lenguaje ni, por consiguiente, a las estructuraciones léxicas del mismo modo que las palabras usuales. (...) Los términos se definen con respecto a las 'cosas' designadas, mientras que los significados de lengua los define la semántica estructural por las oposiciones en las que funcionan en la lengua correspondiente" (Coseriu 1987:176, 181). Sin embargo, la terminología constituye actualmente uno de los objetos de análisis tanto de la lingüística teórica como de la aplicada, debido, principalmente, al interés por la comunicación especializada surgido en el marco de la planificación lingüística, del estudio de la traducción y de la lingüística computacional. La orientación hacia la planificación lingüística considera que la terminología es una de las claves fundamentales de una lengua, en la medida en que uno de sus objetivos fundamentales es favorecer las creaciones en la lengua propia frente a la

terminología importada de países tecnológicamente dominantes. Tanto esta orientación como el trabajo terminológico vinculado con organizaciones internacionales, necesitan normalizar la terminología para traducir. Así pues, no solo los países institucionalmente bi- o multilingües sino también las organizaciones plurilingües internacionales promueven la fijación de equivalencias terminológicas en distintas lenguas que sirvan de punto de referencia para el traductor. La lingüística computacional, por su parte, ha puesto en foco la terminología con el fin de elaborar productos vinculados con el procesamiento del lenguaje natural que asistan a la traducción, mediante la gestión de bases y ontologías, y a redacción y extracción de información de textos con propósitos específicos.

1.1.1. La Teoría General de la Terminología

El trabajo terminológico surge junto con el nacimiento de la ciencia moderna, asociado a la necesidad de los técnicos y de los científicos de normalizar denominativa y conceptualmente sus disciplinas con vistas a garantizar la comunicación profesional y la transferencia de conocimientos. Sin embargo, la sistematización de la terminología como disciplina y como práctica organizada y regulada por una normativa de trabajo –vinculada con el fuerte desarrollo industrial y científico de mediados del siglo XX– es bastante reciente.

Al reflexionar acerca de cómo surgen los términos, Juan Carlos Sager plantea que nacen para corregir la poca precisión que tienen las palabras en la comunicación cotidiana, a partir del acuerdo entre especialistas que realizan una conceptualización en un ámbito de conocimiento específico. En tal sentido, explica Sager: "Si bien las representaciones generales son herramientas esenciales para la comunicación y la comprensión, no son suficientes para desarrollar todos los pensamientos de los que somos capaces. El científico emplea primero las representaciones que encuentra en el lenguaje cotidiano, que están fijadas en forma de palabras, y luego modifica y enriquece sus intensiones creando conceptos que se representan mediante términos. Los términos y las definiciones que expresan los resultados de las investigaciones son, justamente, el fin –y no el comienzo– de la tarea científica" (Sager 1998/1999: 50).

La teoría terminológica más ampliamente conocida, la que ha inspirado la mayoría de los trabajos realizados y ha extendido su influencia fuera de Europa (sobre todo hacia Europa del este), es la Teoría General de la Terminología (TGT). Este enfoque de la terminología surge de la sistematización de los métodos de estandarización de términos, propuesta por Eugen Wüster y expuesta en *Introducción a la Teoría General de la Terminología*, obra basada en

las clases que dictara Wüster en la Universidad de Viena entre 1972 y 1974, editada por Helmut Felber en 1979.

La característica más relevante de la TGT es que centra la atención de la terminología en los conceptos, y orienta los trabajos terminológicos hacia la normalización de términos y nociones. Los términos son considerados entidades semióticas que sirven para transmitir conceptos científicos y técnicos; los conceptos, por su parte, pertenecen siempre a un área de conocimiento y están claramente delimitados mediante definiciones. Según la propuesta wüsteriana, la actividad terminológica consiste en la recopilación de conceptos y de términos para la normalización de los términos de especialidad. La normalización, aquí, es entendida como la fijación de nociones y denominaciones estandarizadas, y los términos se definen como las unidades integradas por la asociación de un concepto y una denominación, propias de la ciencia y de la técnica.

Para Wüster, el objetivo central de la tarea terminológica era asegurar la univocidad de la comunicación profesional, fundamentalmente en el plano internacional. En su *Introducción...*, el austríaco afirma que "en terminología, con la tremenda productividad de conceptos y términos, una evolución libre de la lengua llevaría a una confusión intolerable. Para evitar esta situación [...] los terminólogos empezaron a unificar, por consenso, algunos conceptos y términos. Esta unificación también se denomina *norma*" (Wüster 1979: 23).

Ahora bien, a partir del gran avance del conocimiento científico y técnico en las dos últimas décadas del siglo pasado surgieron nuevas necesidades informativas y comunicativas vinculadas con la terminología que dieron lugar a una revisión crítica del enfoque clásico. Respecto de los problemas de la TGT para adecuarse a las nuevas necesidades resume Teresa Cabré: "Wüster desarrolló una teoría acerca de lo que la terminología debería ser para asegurar una comunicación plurilingüe no ambigua, y no acerca de lo que la terminología realmente es" (Cabré 2003: 167). De hecho, Wüster elaboró su teoría terminológica basándose en su experiencia como ingeniero y, más en particular, en los procesos de estandarización de objetos, procedimientos y medidas. Por otra parte, como esperantista convencido, Wüster pensaba que los especialistas de un campo del saber lo caracterizaban de igual manera independientemente de la lengua que hablaran y, por lo tanto, las únicas diferencias entre ellos radicaban en sus diversos modos de designar un mismo objeto.

A pesar del alcance –explícitamente– restringido con que nació, la TGT ha sido de gran utilidad en la estandarización industrial y la gestión documental, orientaciones ambas

vinculadas con los organismos de normalización internacionales, como ISO (International Standard Organization). De hecho, toda una rama de la terminología actual se basa en la TGT, ampliándola y poniéndola al día permanentemente (Arntz & Picht 1989; Budín 1996; Felber 1984; Galinski & Nedobity 1989; Picht & Draskau 1985) .

1.1.2. La Socioterminología

Uno de los principales impulsos por desarrollar una terminología distinta de la TGT provino de los estudios lingüísticos vinculados con la promoción del uso y la modernización de lenguas minoritarias y/o amenazadas, llevada a cabo por instituciones generalmente gubernamentales[1]. Un proceso de normalización de base sociolingüística no puede organizarse a partir del concepto de estandarización internacional, que prevalece en la TGT, puesto que privilegia el uso efectivo de los términos en los distintos ámbitos socio-profesionales. De este modo, la investigación surgida en este marco se centra en un examen lingüístico que tiene por objetivo promover terminologías naturales teniendo en cuenta el uso que puedan hacer de ella los distintos colectivos profesionales de una comunidad lingüística determinada. Así nace la socioterminología, a fines de la década del '80, íntimamente ligada con la sociolingüística y la neología, inspirada en los trabajos de Jean-Baptiste Marcellesi y Louis Guespin, y desarrollada, entre otros, por François Gaudin (Francia), Yves Gambier (Finlandia), Pierre Auger, Jean-Claude Boulanger y Louis-Jean Rousseau (Quebec).

En lo que refiere a la necesidad de estandarizar los términos, la socioterminología plantea que "La normalización terminológica es un objetivo legítimo, pero requiere el dominio de numerosos factores. Cuando descuida la realidad de las prácticas lingüísticas se efectúa al margen de las lenguas reales. Para tener éxito, una operación de normalización terminológica debe realizar un diagnóstico glotopolítico claro y tener en cuenta las condiciones de producción de los discursos científicos y la evolución de las relaciones entre ciencia y técnica; las condiciones de comunicación en la transferencia de saberes y tecnologías; las formas que reviste el conflicto lingüístico, inevitable, en los países involucrados" (Guespin & Larrousi 1989: 20).

La socioterminología surge de la tarea de ordenamiento lingüístico (*aménagement linguistique*) en comunidades profesionales, teniendo en cuenta que, detrás de los términos, hay locutores que son miembros de una comunidad lingüística y pertenecen a un cuerpo

[1] Tales son los casos, por ejemplo, del Centre de Terminologia de Catalunya (TERMCAT) o de l'Office de la Langue Francaise, en Québec.

social, locutores que trabajan, que se expresan en diferentes situaciones de comunicación según sus actividades profesionales y los roles que ocupan en la sociedad, locutores que comparten igualmente un conjunto de representaciones ideológicas frente al la lengua, que a menudo orienta sus opciones elecciones lingüísticas. A partir de ello, quienes adhieren a la socioterminología proponen construir un modelo lingüístico polinormado –y, por lo tanto, variacionista– de la terminología, basándose en un examen lingüístico de las terminologías en uso, de modo de determinar las cualidades lingüísticas intrínsecas de los términos que poseen un potencial de naturalización (*implantabilité*). En tal sentido, afirma Auger: "La terminología debe aceptar la variación lingüística que se confirma en la vida cotidiana de la empresa y de los individuos que allí trabajan. Debe gerenciar, además, esta variación, evitando tanto la imposición generalizada de formas estándar importadas del exterior como el reconocimiento normativo de todas las formas en uso en un medio de trabajo. Más que llegar a describir solamente los usos, el terminólogo debe aprender a orientar sus usos sobre bases pluralistas, consensuadas y realistas, obtenidas de estudios sociolingüísticos contemporáneos" (Auger 1994: 56).

Una variante específica de esta normalización respetuosa del uso que propone la socioterminología es el enfoque centrado en un esquema de normalización de corte sociocultural, surgido en países con procesos de democratización y "descolonización" recientes, tales como los africanos. En este marco, Antia plantea que "En la actualidad, en la mayor parte de África, las lenguas oficiales de origen europeo solo son habladas por el 30% de la población. [...] Las lenguas coloniales ya no pueden seguir siendo el único medio de discurso en las instancias de representación política. Resulta urgente respaldar las políticas en pos de una democracia estable y participativa con una expansión de la terminología en las lenguas vernáculas" (Antia 2000: xxii). La idea principal es que en los países cuya cultura propia está lejos de coincidir con la cultura dominante del mundo industrializado, la normalización debe realizarse sobre la base de adaptar la cultura propia a la cultura internacional, preservando los elementos culturalmente positivos de la cultura autóctona y rechazando los conceptos ancestrales antiequitativos, para poder establecer una comunicación más amplia para el desarrollo cultural, social y económico de estas sociedades. En esta línea dice Diki-Kidiri: "Nuestra aproximación a la terminología se sitúa en el contexto de la ordenación de las lenguas africanas, en su instrumentalización para hacerlas aptas para expresar las realidades modernas, en particular, aquellas que no existían o no eran preponderantes en el mundo tradicional ancestral africano" (Diki-Kidiri 1999: 61).

1.1.3. La Teoría Sociocognitiva de la Terminología

Otra serie importante de investigaciones terminológicas ha surgido de poner en tela de juicio el tratamiento que la Teoría General de la Terminología hace de la noción de 'concepto'. En la mayoría de los casos, se discute la rigidez de la concepción tradicional, a la luz de los aportes de las nuevas teorías del conocimiento. Así, Zawada & Swanepoel (1994), por ejemplo, ofrecen evidencias –basadas en un análisis del dominio de la mineralogía– acerca de la inadecuación empírica que muestra TGT para la descripción de conceptos. por su poca flexibilidad a la hora de clasificar relaciones conceptuales o de caracterizar conceptos que pueden recibir múltiples interpretaciones dentro de un dominio. Tanto estos autores como Weissenhofer (1995) revisan la teoría clásica desde la perspectiva de la teoría del prototipo. Éste último integra, además, elementos de morfología para dar cuenta del comportamiento conceptual y las relaciones entre los constituyentes de términos complejos a partir de un estudio de la terminología del béisbol. Sager, por su parte, quien dedicó parte de su investigación a la clasificación de los conceptos (cfr. Sager & Kageura 1994), toma en cuenta los aspectos funcionales de la terminología para precisar la distinción cognoscitiva entre palabras y términos. Para este autor, los términos son elegidos y construidos deliberadamente por los especialistas para designar conceptos que han decidido distinguir de modo que su referencia sea lo más concisa posible (Sager 2000: 55, 56). Siguiendo esta misma idea, Luis Fernando Lara afirma que "los conceptos propios del conocimiento científico y de la tecnología son el producto de esfuerzos discursivos que se caracterizan por la intención de delimitar objetos de conocimiento y alcanzar precisión y eficiencia en la comunicación especializada" (Lara 1998/1999: 72). La principal crítica a la TGT del lexicógrafo mexicano se vincula con que ésta no considera la incidencia de los aspectos socioculturales de los términos en la conceptualización científica. Así, plantea que, como los términos provienen de actos de denominación que abstraen los valores culturales de los significados, pareciera que los términos no tienen carácter cultural. Pero, como asevera Lara, "no hace falta saber los significados de los vocablos originarios para darse cuenta de las reminiscencias mitológicas o conocer los homenajes a la historia de la ciencia para saber usar los nombres de la nomenclatura química"[2] (Lara 1999: 55). Aun así las asociaciones históricas en el vocabulario de la química o en el de cualquier otra disciplina dan a sus conocedores un contexto de referencia útil y provechoso. Entonces, el acto de significación es el mismo en la ciencia que en los otros órdenes de la vida; la diferencia importante, para Lara, está solamente en que "el

[2] Piénsese en *mercurio* o *mendelevio*, por ejemplo.

término se elabora a partir de una racionalidad científica que deslinda inmediatamente su abstracción y su interés universalista en relación a las lenguas particulares" (Lara 1999: 72).

Una de las propuestas más desarrolladas surgida de la crítica al tratamiento conceptual de la TGT proviene de Rita Temmerman, quien postula una teoría sociocognitiva de la terminología. Esta autora se basa en un estudio diacrónico de la biología y en investigaciones en lingüística cognitiva, llevadas a cabo por autores como como Lakoff, Taylor o Geeraerts, para señalar el rol central que tiene la metáfora en la organización del conocimiento científico (Temmerman 2000a y b) y el valor de la polisemia y las extensiones de sentido en la construcción de terminologías (Temmerman 1998/1999). De este modo, el sociocognitivismo se opone a la afirmación clásica que plantea que los términos nombran conceptos, para postular que los términos son motores en el proceso de comprensión, dado que unen un conocimiento nuevo con uno previo (Temmermann 1998/1999: 85). Asimismo, este enfoque cuestiona el principio tradicional de que es posible atribuirle a cada noción su lugar en una estructura conceptual lógica u ontológica, al afirmar que la comprensión es un evento estructurado: "una unidad de comprensión está estructurada de manera intra e intercategorial y funciona en el interior de modelos cognitivos" (Temmerman 2000b: 59).

1.1.4. Terminología e Informática

El estrecho vínculo de la terminología con la computación ya fue planteado por Wüster en 1974, respecto de los recursos de almacenamiento y recuperación de información (véase Cabré 1996b: 194). Sin embarbo, con los años, la relación entre informática y terminología se ha ido haciendo más compleja. De la constitución de bancos de datos terminológicos –pensados en su origen como grandes depósitos de información consultable–, se pasó a la automatización de actividades propias del trabajo terminográfico hasta llegar, en la actualidad, a la representación informatizada del conocimiento especializado. Hoy en día, el recurso informático más expandido en terminología son las bases de conocimientos terminológicos, formas híbridas entre la base de datos terminológicos y la base de conocimientos, que contienen información fuertemente estructurada acerca de los atributos y relaciones de los conceptos más información estrictamente lingüística, como marcas gramaticales, equivalentes en otras lenguas, etc. (Meyer *et al.* 1997: 109).

Los principales tópicos abordados por la rama computacional de la terminología en la actualidad son el procesamiento de diversos aspectos de los términos, como la detección de variación terminológica y la elaboración de mapas o redes terminológicos; el procesamiento y

las aplicaciones de naturaleza multilingüe, como el recurso a la terminología bilingüe en traducciones automáticas, y la incorporación del procesamiento terminológico en otro tipo de aplicaciones, como la respuesta a preguntas o la recuperación y la extracción de información de corpora textuales (Kageura *et al.* 2004).

Puesto que la especificidad de los términos radica fundamentalmente en los aspectos semánticos de las unidades léxicas empleadas en el discurso científico (cfr. 1.2.1. *infra*), los principales aportes de la informática al campo de la terminología provienen en la actualidad de los sistemas de tratamiento de información semántica del léxico. Éstos se pueden agrupar en dos tipos: los sistemas definidos a partir de un lenguaje formal de representación, en los cuales el usuario tiene que decidir cuál es la información lingüística relevante y cómo tiene que organizarse, además de construir la base de conocimiento léxico, y los sistemas concebidos como bases de datos, en los que las unidades léxicas ya se encuentran codificadas y relacionadas entre ellas a partir de vínculos preestablecidos, y en las que el usuario no interviene ni en el diseño ni en la construcción del sistema (Saurí *et al.* 2001). Tanto dentro del primer grupo como del segundo existen sistemas basados en el modelo teórico del Léxico Generativo (Pustejovsky 1995a)[3]. El sistema LKB (*Lexical Knowledge Base*), por ejemplo, adopta la noción de 'subespecificación' en la medida en que la decisión acerca del tipo conceptual de una unidad léxica se resuelve a partir de restricciones contextuales, evitando así la redundancia que supone consignar las distintas acepciones de una palabra como entradas independientes (Saurí *et al.* 2001: 265). En cuanto a las bases de datos léxicas, tanto CoreLex como SIMPLE toman como marco teórico el modelo del Léxico Generativo. CoreLex (Buitelaar 1998) contempla una serie de sustantivos en inglés, a partir de cuya descripción semántica es posible generar otras interpretaciones mediante mecanismos generales de inferencia. SIMPLE (Lenci *et al.* 2000), por su parte, es un proyecto que se propone codificar información semántica para el léxico de doce lenguas europeas. Ambas bases se presentan como mejoras de EuroWordNet en cuanto al tratamiento de la ambigüedad semántica, dado que la inclusión de la estructura de qualia[4] permite representar las múltiples acepciones de una unidad léxica manteniendo las generalizaciones subyacentes. Este tipo de enfoque ha sido

[3] Nos detenemos solo en estos casos puesto que se trata del modelo teórico adoptado en esta tesis para el tratamiento semántico del léxico (cfr. 1.2.3. *infra*). No obstante, existen desarrollos interesantes basados en la teoría de Grafos Conceptuales de Sowa, como el ULMS (*Unified Medical Language System*) o en el Modelo Lexemático Funcional, como ONCOTERM, basada en la ontología Microkosmos.

[4] Cfr. 1.2.3. *infra* y capítulo 4 para una explicación detallada de la estructura de qualia en el modelo del Léxico Generativo.

puesto a prueba y evaluado positivamente para la extracción de información tanto de obras lexicográficas (Pustejovsky *et al.* 1993, Pustejovsky & Boguraev 1994) como de corpus de textos especializados (Anick & Pustejovsky 1990; Johnston *et al.* 1995). Asimismo, ha servido de fundamento teórico para la elaboración de ontologías. Una ontología es un sistema de representación de conocimiento que reúne todos los conceptos de un dominio particular y, en tal sentido, puede entenderse como una representación formal de un campo especializado particular con su propia terminología (Feliu *et al.* 2002). Los sistemas EuroWordNet, CoreLex y SIMPLE, mencionados más arriba, contienen ontologías. En este último se propone un método para construir ontologías a partir de corpora (Busa *et al.* 2001), inspirado en el trabajo de Johnston *et al.* (1995), en el que se postulan mecanismos para extracción de ontologías locales en documentación técnica, sin la necesidad de presuponer conocimiento previo.

Así pues, tal como afirma Anne Condamines (1999), la evolución del tratamiento informático impactó en la terminología modificando drásticamente dos de sus principios más tradicionales. En primer lugar, lo prescriptivo perdió su importancia en favor de lo descriptivo. En segundo lugar, el método semasiológico, recuperado a partir del desarrollo de herramientas de análisis de grandes corpora, se impuso a la aproximación onomasiológica, acercando aún más la terminología a la lingüística. Por otro lado, el tratamiento del corpus obtuvo un papel central. El terminólogo depende más de la documentación que el lexicógrafo, quien puede confiar mucho más en su intuición lingüística; por ello, en la construcción de bases y sistemas de representación terminológicos el corpus es siempre fuente de datos y referencia obligada del dominio en cuestión (Meyer & Mackintosh 1996).

1.1.5. La Teoría Comunicativa de la Terminología

Dentro de las corrientes actuales de la terminología, la que está mejor articulada tanto en cuanto a sus principios teóricos como en los metodológicos, es la Teoría Comunicativa de la Terminología (cfr. 1.2.1. *infra*). Esta teoría ha logrado reconsiderar el carácter comunicativo de la terminología más allá de su normalización y, en consecuencia, ha recuperado el carácter lingüístico de los términos en tanto unidades del lenguaje natural, empleadas en situaciones reales de comunicación especializada.

Aun cuando sus orígenes pueden rastrearse en la revisión crítica de la TGT surgida de estudios vinculados con la planificación lingüística destinada a la normalización de la lengua catalana, la Teoría Comunicativa de la Terminología (TCT) –fruto de las investigaciones

llevadas a cabo en el Instituto de Lingüística Aplicada de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona bajo la coordinación de Teresa Cabré– constituye hoy en día una propuesta amplia y novedosa de principios teóricos, metodológicos y de aplicación. Según la TCT (Cabré 1999, 2001, 2003) la terminología es concebida como un área de investigación científica interdisciplinaria y transdisciplinaria, construida a partir de la aportación de las teorías del conocimiento, de la comunicación y del lenguaje, y, en tanto campo de conocimiento y de trabajo, puede ser abordada como teoría, como descripción y como aplicación. Esta concepción de la terminología permite abordar el término como un objeto "poliédrico" o multifacético, que puede ser estudiado desde múltiples perspectivas: las ciencias de la cognición, las ciencias de la comunicación, la lingüística, la filosofía, etc.

Desde la perspectiva lingüística, el objetivo de la terminología teórica es describir las unidades que pueden adquirir valor terminológico y dar cuenta de cómo lo activan (Cabré 2001). Desde este punto de vista, si bien el término se halla referencialmente vinculado a conceptos organizados de manera sistemática en un área del saber, en cuanto a su función comunicativa es susceptible de variar denominativa y conceptualmente al hallarse en relación con otras unidades léxicas en su contexto de aparición, en virtud de los distintos ámbitos de circulación discursiva.

Además del conjunto de principios teóricos y metodológicos postulados por Teresa Cabré (Cabré 1993, 1999, 2001a, 2003), cabe mencionar, entre los múltiples trabajos desarrollados en el marco de la TCT, las investigaciones en lengua catalana y castellana, orientadas a la extracción automatizada tanto de unidades de significado especializado (Estopà 2003), como de relaciones conceptuales (Feliu 2004), los resultados relativos a la caracterización de fraseología especializada (Lorente 2002), el análisis de la representación del conocimiento especializado en textos (Domènech 1998) y de los conceptos en bancos de datos terminológicos (Tebé 2002), la sistematización de principios teóricos y metodológicos para el trabajo terminológico (Cabré & Feliu (eds.) 2001) y la representación del valor terminológico (Adelstein 2004).

Otros aportes relevantes, cercanos teórica y metodológicamente a la TCT, son los llevados a cabo por el Proyecto TERMISUL, de la Universidad Federal de Río Grande del Sur, dirigido por Maria da Graça Krieger, y organizado alrededor de producciones terminográficas como el *Diccionario de Direito Ambiental: Terminologia das leis do meio ambiente* (1998) y el *Glossário Multilíngue Direito Ambiental: Terminologia dos Tratados* (2004). Este grupo reúne trabajos sobre el portugués de Brasil, relacionados con la especificidad de los términos,

su tratamiento informático, la definición terminográfica y la fraseología especializada (Krieger & Maciel 2001).

1.1.6. Texto y Terminología

La necesidad y la posibilidad de consultar gran cantidad de fuentes discursivas así como el requerimiento de analizar los términos en sus contextos comunicativos reales, han llevado a vincular la terminología actual con la lingüística del corpus y la lingüística textual, y a postular que los textos especializados constituyen el material primero de todo trabajo terminográfico (Kokourek 1992).

Esta línea de investigación, que vincula la terminología con el texto, se nutre de una importante tradición lingüística centrada en el estudio de las lenguas con propósitos específicos[5]. Una de las preocupaciones principales en este campo ha sido caracterizar y clasificar los textos producidos en situaciones de comunicación especializada, que, en una primera etapa eran concebidos como "sublenguajes". Así, Hoffmann (1982) define el lenguaje de especialidad como el conjunto de todos los recursos lingüísticos que se utilizan en un ámbito comunicativo –delimitable con relación a la especialidad– para garantizar la comprensión entre las personas que trabajan en este ámbito. En su clasificación de los lenguajes especializados, Hoffmann propone una estructuración horizontal, según las distintas especialidades, y una estratificación vertical, según el nivel de abstracción, la forma lingüística externa, el entorno y los participantes en la comunicación.

La propuesta de sublenguajes (que parecía razonable, sobre todo cuando se afirmaba en que había una sintaxis y un vocabulario restringidos) fue superada al constatarse que el lenguaje usado en cualquier dominio semántico es tan amplio como el de la comunicación cotidiana en cuanto a patrones gramaticales usados. De este modo, se abandonó la denominación de "lenguaje" y se comenzó a indagar acerca la especificidad del discurso científico sobre la base de otro tipo de fundamentaciones. Así pues, Lundquist (1991) plantea que lo que distingue a los textos para propósitos específicos es su dependencia de sistemas de acreditación, emanados de autoridades legales, de procedimientos tecnológicos y herramientas experimentales, o de la referencia a paradigmas y tradiciones científicos; que la producción de este tipo de textos plantea la división del conocimiento en experto y no experto, y que en

[5] Comúnmente referidas por la sigla inglesa LSP (*Language for Specific Purposes*).

cuanto a su organización interna se encuentran dominados por las pautas temáticas de cada disciplina.

Loffler-Laurian (1983), por su parte, reconoce seis tipos de discurso científico, según las características del emisor, del receptor y de la naturaleza del soporte del mensaje. Éstos son el discurso científico especializado, el de semi divulgación, el de divulgación, el pedagógico, el de tipo memoria o tesis y el oficial. Por otro lado, Leičik (1993) propone tres grupos textuales según se trate de textos que empleen términos consolidados y conocidos por el destinatario (textos de divulgación científica, por ejemplo), textos que definan términos (como los diccionarios especializados), o textos que postulen términos nuevos (en obras teóricas, por ejemplo).

Pearson (1998) propone adoptar herramientas propias de la lingüística del corpus y subraya la importancia de los textos al afirmar que solamente al examinar el contexto, en particular las situaciones comunicativas, es posible determinar si el lenguaje se está comportando terminológicamente o normalmente.

Finalmente, Slodzian promueve la construcción de una terminología textual. Esta autora dice que hoy en día resulta obvio que el trabajo científico está en gran parte constituido por el lenguaje y que el conocimiento científico en sí mismo no es otra cosa que información conceptual obtenida a partir de textos. Por ello, plantea que "hace falta salir del todo paradigmático de la terminología tradicional para pasar a un modelo híbrido, que integre la sintagmática, es decir, los términos en funcionamiento en los textos" (Slodzian 1995: 14). Puesto que todos los conocimientos pertinentes de un dominio están inscriptos en textos, la actividad de construcción de una terminología deviene, esencialmente, una tarea de análisis de corpus textuales y, por lo tanto, "es en el marco de una lingüística textual que deben ubicarse las bases teóricas de la terminología" (Bourigault & Slodzian 1999: 30).

El interés por la Lingüística Textual de orientación cognitivo-comunicativa (Beaugrande 1980, Beaugrande & Dressler 1997, Ciapuscio 2003, Heinemann & Viehweger 1991, Heinemann 2000), que es la adoptada en esta tesis (cfr. 1.2.2.), radica en que esta perspectiva teórica no solo toma en consideración los aspectos inherentes o microestructurales (estructuración y formulación) del texto (cfr. van Dijk 1978, 1985), sino que da cuenta también de la relación de mutuo condicionamiento que éstos mantienen con los aspectos macroestructurales (la situación comunicativa, las funciones y el contenido semántico). Por otro lado, es una aproximación teórico-metodológica que permite dar cuenta de la variedad de

los textos mediante la aplicación de tipologías que toman en cuenta el modo en que se instancian los parámetros de las distintas dimensiones textuales, así como también de la configuración conceptual, mediante la elaboración de las redes semánticas que organizan un determinado espacio textual.

Los principales trabajos consultados para caracterizar el corpus textual de la tesis provienen de las investigaciones llevadas a cabo por TERMTEX, un grupo conformado por investigadores de la Universidad de Buenos Aires y de la Universidad Nacional de General Sarmiento, coordinado por Guiomar Ciapuscio. Entre los aportes de TERMTEX, se cuentan trabajos en los que se propone una tipología de los textos de especialidad (Ciapuscio 2000, 2003, Ciapuscio & Kuguel 2002), en los que se indaga acerca de las peculiaridades funcionales de estos textos (Gallardo 2002) e investigaciones de base empírica sobre las relaciones entre texto y variación vertical (Ciapuscio 1999) y entre texto y variación denominativa (Kuguel 2003a).

1.2. MARCO TEÓRICO

Una de las tareas centrales del proceso de investigación llevado a cabo ha sido indagar qué teorías lingüísticas resultan adecuadas para abordar un estudio semántico del léxico especializado en textos de ecología, en el marco de la Teoría Comunicativa de la Terminología. Para organizar el marco teórico se tuvieron en cuenta tres factores considerados centrales necesarios para caracterizar la semántica de las unidades terminológicas: su estructura semántica, la vinculación que ésta tiene con la estructura cognitiva y el empleo de las unidades en contextos discursivos especializados.

1.2.1. La Teoría Comunicativa de la Terminología

Esta tesis adopta como marco general la Teoría Comunicativa de la Terminología (Cabré 1999, 2001, 2003), que parte de dos supuestos básicos. En primer lugar, la terminología es simultáneamente un conjunto de necesidades, un conjunto de prácticas para resolver tales necesidades y un campo de conocimiento. En segundo lugar, el objeto de estudio de la terminología son las unidades terminológicas.

Respecto del primer supuesto, Cabré (2003: 182-184) reafirma el hecho de que toda profesión vinculada con conocimiento especializado necesita de terminología; agrega que, en la medida en que produce aplicaciones destinadas a organizar y transmitir tal conocimiento, la terminología es también una aplicación, y concluye que, en tanto disciplina, la terminología es un conjunto organizado de principios básicos acerca del término, i.e. su objeto de estudio. En

cuanto a este objeto, la autora plantea que –al igual que las unidades léxicas generales– las unidades terminológicas son a la vez unidades de conocimiento, unidades de lenguaje y unidades de comunicación, y postula que son tres los conjuntos de condiciones que permiten establecer la distinción entre ellas. Desde el punto de vista cognitivo, las unidades terminológicas tienen un lugar preciso dentro de una estructura conceptual explícitamente determinada por una comunidad de expertos, quienes las emplean para organizar su conocimiento y comunicarlo. Desde la perspectiva lingüística, comparten las propiedades de las unidades léxicas y presentan algunas restricciones semánticas vinculadas con el dominio especializado en el que son empleadas. En cuanto al componente comunicativo, las unidades terminológicas ocurren en el discurso especializado, junto con unidades pertenecientes a los sistemas icónico y simbólico.

Partiendo de este carácter multifacético de la unidad terminológica, Cabré formula el modelo de las "puertas", según el cual cada una de las dimensiones –cognitiva, lingüística y comunicativa– permite un acceso directo al objeto de estudio. Esta autora postula que "El aspecto conceptual de una unidad (el concepto y sus relaciones) puede ser la puerta para describir y explicar las unidades terminológicas, sin negar su mulidimensionalidad. Del mismo modo, su aspecto lingüístico es otra puerta para la descripción, teniendo en cuenta que, lógicamente, aun cuando las analizamos como unidades lingüísticas, no pierden ni su naturaleza cognitiva ni su naturaleza social. Finalmente, si nos aproximamos a la terminología a través de la puerta de la comunicación, compartimos el espacio expresivo con otros sistemas de comunicación" (Cabré 2003:187).

La Teoría Comunicativa de la Terminología (TCT) se propone abordar el término por la puerta del lenguaje y, por lo tanto, desde la perspectiva de una teoría del lenguaje natural. Y puesto que la composición multidimensional no es algo distintivo de la unidad terminológica sino algo compartido por las unidades léxicas en general, la terminología debe dar cuenta de su especificidad.

El supuesto de partida que la TCT postula en este sentido es que el carácter terminológico de una palabra depende de su empleo en un contexto de comunicación especializada, es decir, un término es "una unidad léxica activada singularmente por sus condiciones pragmáticas de adecuación a un tipo de situación comunicativa particular" (Cabré 2001:24). Por lo tanto, la especificidad de las unidades terminológicas reside en el hecho de que se encuentran condicionadas en cada uno de sus componentes (el cognitivo, el gramatical y el pragmático) (Cabré 2003: 183).

Adoptar una perspectiva lingüística de la terminología en el marco de la TCT implica, entonces, asumir que el estudio del léxico de especialidad puede y debe abordarse desde un modelo lingüístico integrado, que tenga en cuenta el nivel de la actuación y pueda dar cuenta tanto del contexto inmediato –aspectos sintáctico-semánticos de la frase– en el que el término aparece, como del contexto global –aspectos situacionales y pragmáticos del texto– en el que el término es empleado. Esto es, un modelo que integre –sin ignorar los aspectos cognitivos del lenguaje– una teoría del discurso especializado y una teoría del léxico.

1.2.2. El modelo textual de múltiples niveles

En lo que hace al contexto discursivo, se ha adoptado un modelo de la lingüística textual que propone una organización modular de los diversos aspectos cognitivos involucrados tanto en la producción como en la comprensión. El conocimiento lingüístico, el conocimiento enciclopédico, el conocimiento accional y el conocimiento sobre clases textuales son los saberes puestos en juego por los hablantes al producir y comprender textos, y los que se corresponden con los distintos niveles de los modelos de análisis textual modulares o de múltiples niveles (Heinemann & Viehweger 1991, Heinemann 2000, Heinemann & Heinemann 2002, Weise 1993). Este tipo de modelos toma en cuenta el modo en que los textos concretos instancian cada uno de los niveles, para elaborar tipologías que sirven no solo para caracterizar sino también para establecer clasificaciones lingüísticamente fundadas. El término *clase textual*, asociado conceptualmente con el de *género,* acuñado por Mijaíl Bajtín, es empleado por la lingüística textual para referirse a las clasificaciones de los textos que realizan intuitivamente los hablantes de una comunidad lingüística, denominaciones cotidianas sin relación alguna con una teoría o descripción lingüística. Cuando se emplean herramientas teórico-metodológicas de la lingüística para clasificar los textos, lo que se proponen son *tipos textuales*, en tanto surgen de clasificaciones realizadas sistemáticamente, esto es, de tipologías textuales. Estas tipologías se organizan a partir de los distintos niveles o dimensiones: la situación, la meta comunicativa, el contenido semántico y los recursos formales[6].

En el marco de este modelo textualista, se parte del supuesto de que los diversos niveles textuales mantienen entre sí una relación de condicionamiento recíproco (Ciapuscio 2000), y que el análisis de un corpus mediante una tipología multidimensional permite caracterizar los textos de especialidad y también determinar subtipos, con fundamento lingüístico. Asimismo,

[6] Véase una exposición más detallada en el capítulo 3.

consideramos que esta investigación aporta evidencias respecto de la capacidad del enfoque textual para resolver ciertos problemas teórico-metodológicos de la terminología, ya planteada por Ciapuscio, y acordamos con esta autora en que "la relación entre los enfoques textuales y terminológicos en el estudio de los textos especiales no debe ser disyuntiva sino complementaria" (Ciapuscio 2003:43). En tal sentido, esta tesis aspira a reafirmar la necesidad de la complementariedad entre texto y término, también en el estudio de los términos. Por lo tanto, se ha recurrido a la lingüística textual de modo de contar con un corpus tipologizado en que el carácter especializado y el grado de especialización de los textos se encuentren cabalmente fundamentados en el momento de abordar el análisis de las unidades terminológicas que forman parte de los recursos léxicos.

Por otro lado, y en la medida en que los textos de especialidad son también unidades de representación del conocimiento científico, surgió la necesidad de contar con una base teórica que permitiera incorporar este aspecto cognoscitivo en la caracterización textual (cfr. van Dijk 1985, Kintsch 1996, Beaugrande & Dressler 1997).

Así pues, en lo que respecta a la noción misma de 'concepto', esta investigación se sitúa en un marco mentalista y contenidista (Fodor 1998, Jackendoff 1983, 2002), según el cual los conceptos son representaciones mentales complejas estructuradas[7]. Al analizar la vinculación entre la estructura conceptual de los textos de especialidad y la estructura semántica de las unidades léxicas especializadas, se profundiza en la caracterización de los conceptos especializados (cfr. 5.1.2.). En tal sentido, se postula que un concepto especializado presenta peculiaridades surgidas del tipo de vínculo que establece con su referente, es decir que más que un concepto "definido por una teoría", se trata de un concepto que se enlaza con determinadas propiedades vía una teoría. Esto es así puesto que el conocimiento científico se conceptualiza a través de una estructuración mediatizada por un esquema preestablecido de referencia que hace que cada concepto ocupe un lugar delimitado y definido en ese esquema (Cabré 1999:160).

Esta dimensión conceptual, que de hecho conecta la superficie lingüística con los referentes extralingüísticos, es analizada en el módulo del contenido semántico de los textos mediante las redes conceptuales. La noción de red conceptual es entendida aquí en el sentido en que la

[7] Una cuestión inevitablemente vinculada a la caracterización composicional del concepto es la naturaleza de los elementos que componen el significado. En esta tesis no me pronunciaré acerca de esta discusión –que Jackendoff (2002:334-9) presenta extensamente–, puesto que excede los objetivos propuestos. Baste nada más manifestar la intuición de que existirían ciertos primitivos conceptuales innatos, ligados esencialmente a nuestra constitución biológica, entre los que se encontrarían 'objeto', 'acción', 'arriba', 'adentro', por ejemplo.

plantea Beaugrande, desde un enfoque textualista (cfr. Beaugrande 1980 y Beaugrande & Dressler 1997). Para este autor, un texto no tiene sentido en sí mismo, sino gracias al conocimiento activado por las expresiones que lo componen, que van construyendo una continuidad de sentido. La continuidad de sentido está en la base de la coherencia, que regula la posibilidad de que los conceptos y las relaciones que subyacen bajo la superficie textual sean accesibles entre sí e interactúen de un modo relevante para construir el sentido global [8]. Esta organización subyacente –denominada "mundo textual"– es el correlato cognitivo de la configuración de conceptos activados en la mente de un usuario de textos a partir de la producción/comprensión de un texto en particular. En este contexto, los conceptos se activan en la mente y se proyectan en expresiones en la producción de textos, para luego ser recuperados nuevamente en la recepción. Entre los conceptos que aparecen reunidos en un mundo textual determinado se establecen vínculos que reciben una denominación según los conceptos que conectan. El conjunto de relaciones constituye, entonces, una red conceptual; es decir, un abanico de posibilidades de vinculación que delimita el uso efectivo de cada concepto en un texto dado.

1.2.3. El Léxico Generativo

Para abordar el análisis de los términos en los textos se adoptó el modelo del Léxico Generativo (Pustejovsky 1995a, 2000a, 2001)[9]. Éste fue seleccionado porque constituye un enfoque de la semántica léxica que permite dar cuenta de la estructura semántica de las unidades terminológicas considerando no solo su dimensión conceptual sino también el contexto en que se emplean. Además, al considerar los tres principios básicos que Pustejovsky toma en cuenta para tratar el significado, queda claro que la propuesta resulta teóricamente coherente con el enfoque lingüístico de la TCT. Estos principios son, en primer lugar, que el significado no se puede divorciar de la estructura que lo vehicula; en segundo lugar, que la semántica del lenguaje natural debe ser la imagen de principios organizativos conceptuales no lingüísticos, y, en tercer lugar, que la representación de la semántica léxica es solo uno de los muchos niveles en una caracterización de la estructura contextual (Pustejovsky 1995a).

[8] La coherencia, en este marco, es entendida no como un simple rasgo que aparece en los textos, sino más bien como un producto de los procesos cognitivos puestos en funcionamiento por los usuarios de los textos.

[9] Véase el capítulo 4 para una descripción más detallada.

Asimismo, esta teoría resuelve el problema tradicional de la multiplicidad de sentidos que puede adquirir una palabra. Por un lado, para una concepción del lenguaje como monomórfico, cada unidad léxica tiene un único tipo semántico y una única denotación, y la ambigüedad se explica mediante un listado con tantas entradas como significados haya. Por otro lado, la postura contraria consiste en partir de un lenguaje fuertemente polimórfico, según el cual no existe nada inherente al lenguaje que restrinja el significado de las palabras en contexto.

La tendencia predominante de la semántica de base composicional ha sido adoptar la primera concepción, esto es, tratar la ambigüedad como un listado de múltiples entradas léxicas. Pero una representación enumerativa de este tipo no puede dar cuenta del uso creativo de las palabras, ya que no permite caracterizar todos sus posibles significados en contexto. Por otro lado, tampoco puede expresar las relaciones entre los sentidos ni las varias realizaciones sintácticas (semánticamente relacionadas entre sí) que un sentido puede tener.

El modelo del Léxico Generativo adopta una concepción del lenguaje como débilmente polimórfico (Pustejovsky 1995a y b), en la que todos los ítems léxicos son semánticamente activos y las operaciones semánticas que determinan los tipos léxicos operan bajo restricciones bien definidas. De este modo, la semántica de una unidad léxica –tanto de las formas verbales como de las nominales[10]– puede definirse como una estructura compuesta de cuatro componentes, que contribuyen con un tipo diferente de información al significado de una palabra: la estructura argumental, la estructura eventiva, la estructura de qualia y la estructura de herencia.

En suma, este modelo presenta una serie de ventajas descriptivas y explicativas, en la medida en que la postulación de distintos niveles de significado relacionados entre sí supera los modelos de enumeración de rasgos ofreciendo un aparato potente tanto para la descripción del significado léxico como para la explicación de la activación de sentidos en contexto.

[10] Pustejovsky propone esta estructura semántica como válida para todas las categorías mayores y no solo para los verbos. De este modo, también los nombres pueden analizarse en función de los argumentos y los eventos que denotan (cfr. Pustejovsky 1991a: 410-411 y Pustejovsky 1995a: 141-182). Las herramientas que ofrece este modelo para analizar semánticamente los nombres resulta una ventaja importante para nuestra investigación, puesto que la categoría nominal es básica en los términos por su carácter eminentemente referencial.

CONCLUSIONES

Esta tesis adopta un marco teórico basado en los principios de la Teoría Comunicativa de la Terminología, a partir de los cuales se propone integrar (a) un modelo textualista, que puede dar cuenta tanto de los aspectos situacionales y funcionales como de los formales de los textos especializados –entendidos como contextos naturales de empleo de las unidades terminológicas–, (b) un modelo de red conceptual –concebido como parte del texto–, que hace posible explicar las peculiaridades de los términos en tanto unidades de representación del conocimiento especializado, y (c) un modelo semántico, que permite describir y explicar la configuración del significado de las unidades léxicas especializadas a partir de los sentidos generados por las combinatorias sintácticas en sus contextos de aparición.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Dado el objetivo central de la tesis de formular hipótesis que den cuenta de la influencia del contexto en la configuración semántica del léxico especializado, esta investigación se ha basado en el trabajo empírico sobre un corpus de textos de especialidad. En este capítulo se presenta la metodología adoptada para ello, que se organizó siguiendo tres etapas: la caracterización de los textos que conforman el corpus; el relevamiento de las unidades terminológicas en los textos, y la puesta en relación de éstas con sus contextos de aparición.

2.1. PRINCIPIOS METODOLÓGICOS

Esta tesis se ajusta al objetivo básico de la terminología teórica de describir formal, semántica y funcionalmente las unidades que pueden adquirir valor terminológico y dar cuenta de cómo lo activan. Para ello, adopta el supuesto de partida de que hacer terminología supone aplicar una metodología específica –distinta de la lexicografía, la traducción o la neología– para detectar y recopilar los términos de especialidad (Cabré 1999, 2001a).

Así pues, teniendo en cuenta la distinción básica entre la orientación teórico descriptiva de la terminología y la orientación aplicada, el trabajo se elaboró prestando especial atención a los siguientes principios metodológicos de la TCT, vinculados con la detección, la clasificación y la representación de las unidades.

a) El principio de adecuación, según el cual cada trabajo en concreto adopta una estrategia en función de su temática, objetivos, contexto, elementos implicados y recursos disponibles.

b) El principio de la doble sistematicidad, que postula que los términos forman parte de una lengua y de un dominio de especialidad. Por ello, un término responde siempre formalmente a los mecanismos de formación de unidades léxicas de una lengua y, a la vez, a la estructuración y la analogía dentro de una disciplina científica. A la estructuración, porque se ordenan en clases y subclases de conceptos; a la analogía, porque una unidad que refleja un concepto de una clase suele actuar de modelo para la denominación de los conceptos de la misma clase.

c) El principio de las relaciones conceptuales, según el cual, dentro de cada dominio los conceptos se conectan entre sí por diferentes tipos de relación y estas relaciones permiten establecer la estructura conceptual de un ámbito de especialidad.

d) El principio del carácter lingüístico de los términos, que contempla las características propias de estas unidades sin excluirlas del lenguaje natural. En consecuencia, la unidades terminológicas pueden ser sustantivos, verbos y adjetivos. Por otro lado, los términos están asociados a características gramaticales y pragmáticas, en la medida en que pueden caracterizarse gráfica, fonológica, morfológica, sintáctica y semánticamente; en función de sus usos en ámbitos temáticos, zonas geográficas, organismos; por sus connotaciones, su grado de normalización o su frecuencia de uso. Asimismo, un término puede tener variantes denominativas en relación de sinonimia (con valores pragmáticos iguales o diferentes).

e) El principio de la comunicación especializada, que plantea que el valor de un término está determinado por su uso en un ámbito de especialidad y, en consecuencia, su contexto natural de empleo son los textos de especialidad. Éstos, a su vez, pueden reflejar distintos niveles de especialización con distintos propósitos.

La metodología de la investigación se estructuró a partir de estos principios, con el fin de formular una propuesta de organización de los factores que intervienen en la determinación del significado del léxico especializado según su realización en el uso. No se trata, pues, de un trabajo cuyo objetivo final es describir la terminología de un determinado dominio, sino más bien el de establecer, mediante evidencia empírica en español, los aspectos contextuales propios del texto de especialidad que intervienen en la configuración semántica del léxico especializado. De este modo, esta tesis pretende realizar un aporte a la construcción de una metodología para el análisis terminológico que considere el contexto de uso, así como contribuir a la caracterización del componente léxico, sobre todo en su aspecto semántico.

Para llevar a cabo estos objetivos, el trabajo de investigación se organizó en tres etapas: la constitución del corpus textual, el relevamiento de las unidades léxicas especializadas y el análisis de estas unidades en contexto.

2.2. La constitución del corpus textual

Un corpus es un producto artificial que contiene textos auténticos, seleccionados según criterios precisos para ser utilizados como una muestra de la lengua (Pearson 1999: 22).

Para constituir el corpus que aquí se analiza se reunieron textos de ecología del subdominio de la limnología, producidos originalmente en castellano, representativos de las distintas clases textuales propias del discurso especializado. Con el asesoramiento de especialistas en la disciplina, se seleccionaron seis textos pertenecientes al área temática de la contaminación hídrica, que fueron digitalizados para su tratamiento automatizado mediante el programa TACT[11] (Sistema de Tratamiento Automatizado de Corpus Textuales) de análisis de textos asistido por computadora.

La elección del dominio de la ecología se debe, por un lado, al interés que reviste esta disciplina en la actualidad y, por otro, a razones de orden práctico.

El interés de la ecología proviene del hecho de que, si bien cuenta con una terminología propia y específica, constituye un espacio de cruce discursivo que se nutre de otras disciplinas, como la química, la bioquímica, la biología, la geología y la antropología. En efecto la mayor parte de los términos ecológicos usados actualmente provienen de préstamos semánticos de otras disciplinas. Estos préstamos se han dado a partir de dominios especializados vinculados con la ecología y de dominios que no guardan ninguna conexión científica o lógica con ella. Dos de los ejemplos que expone Dury (1999) para el francés –que son válidos también para el español– son *biosfera* y *nicho*. El término *biosfera* proviene de la biogeografía, donde designa una de las capas de la esfera terrestre; en ecología esta unidad refiere a la región del planeta que comprende el conjunto de los seres vivos. El otro ejemplo es *nicho*, que en ecología designa el lugar que ocupa una especie en un ecosistema y en arquitectura, en cambio, describe el hueco practicado en un muro para poner una estatua. Cabe mencionar, además, que por el lugar central que ocupa en las preocupaciones de mucha personas, la ecología se ha puesto de moda; de allí que muchos de sus términos sean empleados en la comunicación cotidiana[12].

Por otra parte, una de las ventajas de la ecología radica en que se trata de un dominio en el que es posible reunir un corpus representativo para el desarrollo de la investigación, puesto que cuenta con producción discursiva original en español, en una amplia variedad de clases textuales, en los distintos niveles de especialidad. Asimismo, se tuvo en cuenta la posibilidad

[11] TACT es un programa de análisis de textos asistido por computadora, desarrollado por la Universidad de Toronto, que permite relevar frecuencias y concordancias de textos digitalizados y codificados previamente.

[12] Piénsese en *cuero ecológico* o en *tintorería ecológica*, por ejemplo.

de intercambio permanente con los especialistas en el área, imprescindible para llevar a buen puerto una investigación de este tipo[13] (Slodzian 2000).

Con el fin de seleccionar un dominio específico, se recurrió al asesoramiento de los especialistas en el área: la química Anita Zalts y la bióloga Griselda Alsina, quienes desarrollan su actividad en el área de ecología. Con su ayuda se seleccionó el subdominio de la limnología, que es la rama de la ecología que estudia las aguas no marinas, que es un campo que cuenta con una importante cantidad de documentación producida en Argentina, en castellano. Luego, siempre con el asesoramiento de ambas investigadoras, se optó por delimitar el área temática a la contaminación hídrica, en la cual se pueden encontrar textos de clases textuales diversas y, sobre todo, de aquellas que se corresponden con la comunicación entre expertos.

Al plantear la necesidad de una terminología basada en corpus lingüísticos, Pearson (1998) examina cuatro situaciones comunicativas, experto-lego, experto-experto, experto-iniciado, maestro-alumno, y concluye que las tres últimas constituyen fuentes fiables para extraer candidatos a términos. En la medida en que en esta tesis se buscó minimizar el tipo de variación conceptual que puede surgir de la explicación de temas especializados a legos –tanto en la divulgación periodística como en la didáctica[14]–, se tomó como base este mismo recorte situacional acotándolo a la relación experto-experto y experto-iniciado (cfr. 3.1.1).

Tras haber decidido estas variables y haber revisado una serie de ejemplares textuales que se ajustaban a ellas, se seleccionaron los seis textos que constituyen el corpus (véanse los textos completos en los *Anexos* al final de la tesis):

> Texto 1 (4201 palabras): Castañé, P. M. *et al.* (1998) "Caracterización y variación espacial de parámetros fisicoquímicos y del plancton en un río urbano contaminado (Río Reconquista, Argentina)", en *Revista Internacional de Contaminación Ambiental.*

[13] En la Universidad Nacional de General Sarmiento (en la que desempeño mis tareas de docencia e investigación en la actualidad), se han conformado equipos de especialistas dedicados al diagnóstico y prevención de la contaminación ambiental de la zona de influencia de la universidad. Dos de los proyectos llevados a cabo por investigadores de los institutos de Ciencias y del Conurbano son "Estudio de la calidad de aguas superficiales en el conurbano bonaerense" (Instituto de Ciencias) y "Manejo integrado de las cuencas hídricas en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Georreferenciación de la información sobre el estado de las cuencas y análisis de la sustentabilidad ecológica para la gestión del recurso hídrico" (Instituto del Conurbano).

[14] Para la trasposición conceptual en la divulgación periodística véase Ciapuscio (1999, 2002); Ciapuscio & Otañi (2002); Gallardo (2000), y para la didáctica, Otañi (2005).

Texto 2 (4298 palabras): Ceretti, H. *et al.* (2001) "Metales pesados y microbiota en un ambiente acuático natural, perturbado por actividades humanas", en *III Jornada de Investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento.*

Texto 3 (2438 palabras): García, M. G. *et al.* (2000) "Contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas del S.E. de Tucumán", en Farías, H. *et al.* (eds.) *Uso y preservación de los recursos hídricos den los umbrales del siglo XXI. Memorias del XVIII congreso nacional de agua.*

Texto 4 (1553 palabras): Panigatti, M. C. *et al.* (2000) "Evaluación de los niveles de contaminación en aguas subterráneas de la ciudad de Rafaela, Santa Fe", en Farías, H. *et al.* (eds.) *Uso y preservación de los recursos hídricos den los umbrales del siglo XXI. Memorias del XVIII congreso nacional de agua.*

Texto 5 (15.478 palabras): Margalef, R. (1983) "Contaminación o polución de los cursos de agua" (capítulo 16) y "Ecosistemas forzados" (capítulo 18), en *Limnología.*

Texto 6 (9665 palabras): Foguelman, D. & González Urda, E. (1994) "El ecosistema río" (capítulo 2) y "Las aguas bajan turbias" (capítulo 4), en *El agua en Argentina.*

Los cuatro primeros textos son artículos de investigación científica, centrados temáticamente en la contaminación de un curso de agua en Argentina. El primero fue publicado en una revista especializada y los otros tres son versiones en español de resultados de investigaciones, presentadas en reuniones científicas nacionales y luego publicadas en inglés, en revistas internacionales. Los textos 5 y 6 fueron extraídos de obras de consulta destinadas a semi-especialistas (cfr. 3.1.1.); para su selección se consideró que cubrieran el área temática de la contaminación hídrica y que la extensión de ambos fuera comparable a la de los textos 1 a 4.

Una vez constituido el corpus, se caracterizaron los textos en función de su grado de especialización y se elaboraron las redes semánticas de cada uno de ellos (cfr. capítulo 3). Luego se procedió a la fase de extracción de las unidades léxicas terminológicas.

2.3. El relevamiento de las unidades léxicas especializadas

Con el fin de extraer las unidades léxicas terminológicas del corpus, se digitalizaron y codificaron los seis textos y se extrajeron, de manera automatizada mediante el programa TACT, todas las ocurrencias léxicas con sus respectivas frecuencias. Con ellas se confeccionó

un primer listado con todas las formas léxicas presentes en los textos, que fueron consideradas posibles términos, de manera intuitiva (ver 1. en el *Apéndice del capítulo 2*).

Este primer listado fue sometido a la evaluación de las dos especialistas en el área[15], mediante una encuesta escrita, en forma de tabla, en la que se pedía que ponderaran cuestiones relativas al uso de las unidades léxicas seleccionadas. El la Figura 2.1. se reproduce el diseño de la encuesta, en el punto 2. del *Apéndice del capítulo 2* se incluyen dos páginas completadas por las asesoras, a modo de ejemplo, y en los *Anexos* al final de la tesis se encuentran las encuestas completas.

	COLUMNA 1				COLUMNA 2		COLUMNA 3					COLUMNA 4		
	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...	SE SUELE USAR SOLO
ácido														
acidez														

Figura 2.1.: Encuesta a los especialistas

En la encuesta, la primera columna de la tabla está destinada a que los especialistas evalúen la frecuencia de uso de los vocablos en su disciplina, de modo de verificar su carácter terminológico y establecer su pertinencia en el área en cuestión. Así, por ejemplo, ambas expertas señalaron *nitrosaminas* como poco usada, una de ellas marcando la columna "es poco frecuente" y la otra especificando que es poco frecuente en química y que no se usa en química ambiental.

La segunda columna de la encuesta se diseñó para que las especialistas pudieran consignar cuestiones relativas al origen de los términos, habida cuenta de que la ecología es una disciplina reciente, que se nutre y surge del cruce de otras disciplinas como la biología y la

[15] En este punto seguimos a Slodzian, quien, al postular los principios de una terminología textual, afirma: "La identificación y la calificación final de los términos requiere del juicio del experto que, al recorrer la lista candidatos a términos, confronta estas unidades con conocimientos ya estructurados, memorizados y compartidos por su comunidad" (Slodzian 2000: 73).

química, y que ambas consultoras han llegado a la ecología desde distintas formaciones. De este modo, por ejemplo, ambas especialistas marcaron *alga* como específica de la biología, y *cuenca* como usada tanto en biología como en geología y geografía.
Las preguntas incluidas en la tercera columna tienen la intención de obtener ponderaciones intuitivas de las asesoras, respecto del valor más o menos terminológico de las palabras de la lista. Así, ambas señalaron que *fenol* tiene un significado muy preciso mientras que *físico* tiene un significado muy general. Hubo muy pocos casos en los que consideraron que la palabra tiene el mismo significado que le damos cotidianamente, uno de ellos fue *naturaleza.*

Finalmente, los datos de la cuarta columna se tuvieron en cuenta para determinar cuáles de las voces relevadas forman parte de sintagmas terminológicos o de colocaciones frecuentes. Por ejemplo, ambas especialistas señalaron que *potable* no se suele usar de manera aislada y una de ellas agregó que siempre va acompañado de *agua.*

Tras la revisión de las especialistas, se constituyó una segunda lista teniendo en cuenta las ponderaciones vertidas en la encuesta. Esta lista se organizó según criterios cuantitativos y cualitativos: se estableció la frecuencia de aparición de cada unidad y su distribución en cada uno de los textos del corpus, y se agruparon las unidades, según su clase semántica básica, en entidades, eventos y cualidades. En consecuencia, quedó conformado el conjunto de unidades terminológicas a analizar, asociadas a su clase semántica y a su distribución en el corpus (Ver puntos 3, 4 y 5 en el *Apéndice del capítulo 2*).

2.4. El análisis de las unidades léxicas en los textos

El siguiente paso en la metodología de la investigación consistió en la re-contextualización de las unidades terminológicas. Para ello, en primer lugar, se recurrió a las redes conceptuales (cfr. 3.2.3.2.), con el fin de determinar el lugar que cada una de las unidades ocupa en el entramado conceptual de los textos y así delimitar no solo los conceptos recurrentes sino también los 'nucleares', comunes a todos ellos.

Luego se empleó el programa TACT para recoger todas las concordancias de cada unidad en los seis textos. Con ello se obtuvo el contexto sintáctico de ocurrencia de cada forma léxica. A continuación se presentan, a modo de ejemplo, algunas concordancias de *cadmio* en los textos del corpus:

Texto 1

*arsénico, **cadmio**, cromo, cobre, plomo, zinc excedieron los limites para la protección de la vida acuática*

*Para determinar metales pesados disueltos (As, **Cd**, Cr, Cu, Pb y Zn) se filtraron las muestras*

*Las medias anuales de **Cd**, Cr, Cu, Pb y Zn, así como el máximo de arsénico*

...

Texto 2

*La microbiota resistente a **cadmio** resulta más limitada.*

*Si bien los niveles de **cadmio** también son más bajos que los de los demás metales, el mismo se incluyó en los estudios dada su alta toxicidad.*

*Los resultados del relevamiento de microorganismos cultivables resistentes o tolerantes a cobre, **cadmio**, plomo y cinc en aguas superficiales e intersticiales se muestran en la Tabla 5.*

*En cambio, en las curvas correspondientes al **cadmio**, se observa una clara disminución de metal en el sobrenadant*

*En abril de 2001 se realizó un segundo muestreo con el objeto de evaluar la concentración de los metales de interés (Cu, **Cd**, Pb y Zn) en aguas superficiales e intersticiales*

...

Texto 3

*Los metales seleccionados fueron Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cromo (Cr), **Cadmio (Cd)**, Cobre (Cu), Plomo (Pb) y arsénico (As). Los dos primeros, son elementos muy comunes en los sedimentos de la cuenca, y se encuentran en general en forma de óxidos*

*El **Cd** y el Pb se encuentran en concentraciones que no superan el limite de detección del método.*

...

Texto 5

*El **cadmio** se ha usado experimentalmente para forzar ecosistemas. En un experimento con microcosmos terrestres 108 sometidos a una solución de **cadmio** se halló que los sistemas de menor complejidad*

*En experimentos con plancton de agua dulce, el **Cd** no afecta a las algas hasta por encima de concentraciones de 30 g*

...

Texto 6

*Sales inorgánicas como las de cobre, plomo, **cadmio**, níquel, mercurio, plata, actúan como impedimento para que los organismos que integran el medio acuático realicen el intercambio gaseoso.*

Figura 2.2.: Ejemplos de concordancias textuales de *cadmio*.

La alternancia que se observa en las concordancias entre *Cd* y *cadmio* sirve también de ejemplo del tratamiento que se ha hecho de la variación denominativa encontrada en el corpus. Básicamente, la variación que se registra es de tres tipos: alternancia entre la fórmula química y la forma lingüística; alternancia entre las formas cultas y sus versiones

castellanizadas, y alternancia entre siglas y sus formas expandidas. Por ejemplo, el término *plomo* solo aparece en su variante de fórmula (*Pb*) en los textos más especializados; *cianofíceas* presenta tres variantes: *cianofitas* (en el texto menos especializado), *cianofíceas* (en el manual universitario) y *Cyanophycieae* (en los artículos de investigación); finalmente, *demanda bioquímica de oxígeno* aparece mayoritariamente en forma de sigla, *DBO*. En este trabajo, tanto para la cuantificación como para la extracción de los términos, se han considerado las variantes denominativas siempre como una sola unidad[16].

Una vez analizados los contextos de aparición de cada unidad, se procedió a establecer su configuración semántica en el contexto estudiado. La caracterización semántica se basó en el análisis de las unidades en función de las estructuras argumental, eventiva, de qualia y de herencia; en el mecanismo de generación de sentidos en contexto (ligamiento selectivo, co-composición o coerción de tipo); en el grado de complejidad semántica (tipos simples, unificados o duales), y en el tipo conceptual configurado (natural, funcional o complejo) (cfr. capítulos 4 y 5). Se tuvo en cuenta, además, el axioma de Lascarides (1995) respecto de la interpretación semántica en contexto, que enuncia que cuando el significado léxico no coincide con la información discursiva respecto de cómo debe interpretarse una palabra, la interpretación que surge del contexto se impone por sobre la información léxica por defecto.

Luego, se confrontaron los paradigmas léxico conceptuales de las unidades con las propiedades cognitivas y tipológicas de los textos, a partir de lo cual se extrajeron las conclusiones que permiten explicar el comportamiento particular del léxico especializado, en general y en el contexto específico de la limnología.

En efecto, como el contexto puede imponer una determinada decodificación semántica a una palabra, el análisis de la caracterización del contexto (obtenida de la tipologización textual) hace posible la interpretación particular que cierto léxico adquiere en un dominio de especialidad; es decir, es lo que determina que en el dominio de la ecología, por ejemplo, *agua* tenga el significado de 'contenedor' (cfr. capítulo 5).

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos en los capítulos 4 y 5 y sobre la base de la noción de 'patrón conceptual', se elaboraron los patrones sintáctico-semánticos de activación de los significados especializados en el dominio estudiado.

[16] Para un análisis más detallado de la variación denominativa en este tipo de textos véase Kuguel (2001).

CONCLUSIONES

La metodología de la investigación, que sigue los principios propuestos por la Teoría Comunicativa de la Terminología, se organizó en esta tesis en tres etapas. La constitución de un corpus de textos especializados en ecología; la extracción de las unidades léxicas terminológicas, y la recontextualización de estas unidades según tipo de texto. Para confeccionar el corpus se tuvo en cuenta, además del asesoramiento de especialistas, la clase textual y el tipo de texto en que el léxico suele emplearse con valor terminológico. Para la selección y el relevamiento de términos, se recurrió a un programa informático de procesamiento textual y a una encuesta a especialistas en el área. El mismo programa se empleó para establecer concordancias textuales de cada unidad léxica terminológica y así analizar su configuración semántica en contexto.

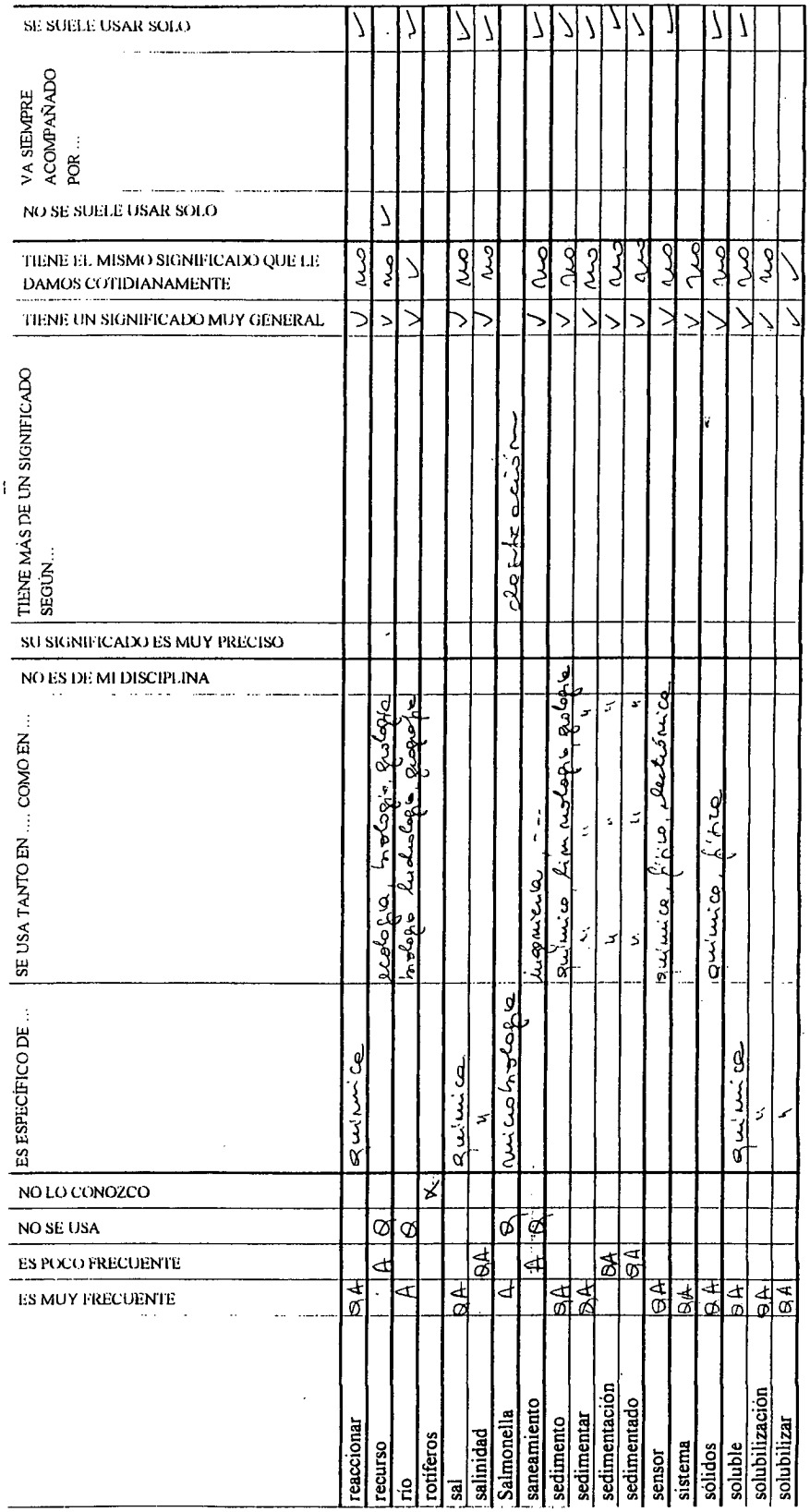
APÉNDICE DEL CAPÍTULO 2

1. Primer listado de candidatos a términos

absorbancia
absorción
acidez
acidificación
acidificado
ácido
acuático
acuíferos
aerobio
aeruginosa
afluente
agente
agua
alcalinidad
alcalino
alga
algal
ambiental
ambientalistas
ambiente
ambiente
amoniacal
amoníaco
amonio
anaerobio
anaerobiosis
análisis
analítico
analizar
antrópico
arroyo
arsénico
atmósfera
autodepuración
bacillariophyceae
bacteriana
bacteria
bactérica
bactericida
bacteriológico
bioacumulación
biocenosis
biocidas
biodegradable
bioensayos
biogeográficas
biología
biológico
biomasa
bioquímica
biorresistente
biosfera
biota
bioturbación
cadmio
calcio
calidad
cauce
cepa
chlorella
chlorophyceae
cianoficeas
cianofitas
ciclopoideos
cladoceros
clases
clasificación
clasificar
cloración
clorado
cloro
clorofíceas
clorofila
cloruro
cloruro
cobalto
cobre
coli
coliforme
color
colorimetría
comparación
complejo
componente
composición
/combinar
compuesto
comunidad
concentración
conductividad
consumo
contaminación
contaminado
contaminante
Cr
cromatografía
cromo
Cu
cuenca
cultivo
curso
cyanophyceae
cyclotella
DBO
degradabilidad
degradable
degradación
degradado
degradadores
degradar
demanda
bioquímica de
oxígeno
densidad
depuración
depurado
depurar
des/nitrificación
des/nitrificar
des/oxígenación
des/oxígenado
descomposición
descomponner
diatomeas
dicloro
dicromato
dilución
diluido
diluir
dióxido
disminución
disminuir
disolución
disolvente
disponer
disponibilidad
disponible
distrófico
disuelto
diversidad
DQO
dulce
dureza
ecología
ecológico
ecosistema
ecotoxicológico
efluente
elemento
energético
energía
ensayos
enterobacterias
envenenar
escherichia
especie
espectrofotometría
euclorofíceas
Euglenofitas
euglenophyceae
eutrofia
eutroficación
eutrófico
eutrofizado
eutrofizante
evaluación
evaluar
evolución
explotable
explotación
explotado
explotador
explotar
fauna
Fe
fecal
fenol
fértil
fertilidad
fertilización

fertilizante
fertilizar
física
fisicoquímico
fitoplancton
floración
flujo
fluorescencia
fluorescente
fósforo
fotosíntesis
freática
género
genético
gradiente
grado
grupo
hexacloruro
hidratos
hidráulico
hidrocarburo
hierro
hipo/epilimniom
hongos
humano
incremento
incubación
ind/mL
indicador
índice
individuo
industrial
inorgánico
insecticida
insecto
intersticial
intoxicación
inundación
isótopo
lago
laguna
larvas
limnología
limnológico
líquido
litro
magnesio
magnitud
materia
material
media
medible
medición
medida
medio
medir
mercurio
mesosaprobio
metal
método
micro/macrofitos
microalgas
microclima
Microcystis
microorganismo
microscopio
miligramo
mililitro
mineral
mineralización
mineralizar
molécula
molécular
muerte
muerto
muestra
muestrear
natural
naturaleza
nicho
nitrato
nitrilotriacético
nitrito
nitrogenado
nitrógeno
nitrosaminas
nitzchia
nocivo
nutrición
nutriente
nutrimento
oligosaprobio
oligotrofia
oligotrófico
olor
orgánico
organismo
ortofosfatos
oxidación
oxidado
oxidante
oxidar
óxido
oxígeno
parámetro
partícula
patógeno
patrón
Pb
peces
peligroso
pesado
pesticidas
petróleo
petroquímica
pH
plancton
planctónico
plata
plomo
plutonio
población
policlorados
polución
poluído
poluto
potabilidad
potabilización
potabilizado
potable
potasio
precipitación
precipitado
presión
productividad
protozoos
pruebas
pseudomona
pureza
puro
putrefacción
químico
reacción
reaccionar
recuento
recurso
reducción
río
rotíferos
sal
salinidad
salino
Salmonella
saneamiento
sanitario
saprófitos
sedimentación
sedimentado
sedimentar
sedimento
sensor
sistema
sistema
sólido
solubilización
solubilizar
soluble
solución
solvente
subterráneo
sulfato
sulfhídrico
sulfurado
sulfuros
superficial
superficie
suspendido
suspensión
sustancia
taxonómico
temperatura
tensión
térmica
titulación
tolerante
tolerancia
toxicidad
tóxico
toxicológico
toxinas
tratado
tratamiento
tratar
tricloroacético
trófico
turbidez
turbiedad
turbio
turbulencia
turbulento
uranio
valoración
variabilidad
variable
variación
variar
vegetación
vegetales
vertido
vida
vivo
volcar
zinc
Zn
zooplancton

2. Ejemplos de respuestas de las especialistas a la encuesta



	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...	SE SUELE USAR SOLO
reaccionar	B A				Química					✓	no			✓
recurso	B A		⊗			geología, hidrología, ecología				✓	no	✓		
río	A		⊗			hidrología, ecología				✓	✓			✓
roríferos				X										
sal	B A				Química					✓	no			✓
salinidad		B A								✓	no			✓
Salmonella	A		⊗		microbiología									
saneamiento		A	⊗			ingeniería, ...				✓	no			✓
sedimento	B A					química, limnología, geología				✓	no			✓
sedimentar	B A					" " "				✓	no			✓
sedimentación		B A				" " "				✓	no			✓
sedimentado		B A				" " "				✓	no			✓
sensor	B A					química, física, electrónica				✓	no			✓
sistema	B A									✓	no			✓
sólidos	B A					química, física				✓	no			✓
soluble	B A				Química	" "				✓	no			✓
solubilización	B A					" "				✓	no			✓
solubilizar	B A					" "				✓	✓			

	clases	clasificación	clasificar	clorofila	cloroficeas	eucloroficeas	cloruro	cloro	clorofila	clorado	cloración	hexacloruro	policlorados	dicloro	tricloroacético	cobre	Cu	color
SE SUELE USAR SOLO		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X
VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...																		
NO SE SUELE USAR SOLO	X											X	X	X	X			
TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE		X	X															
TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL																		X
TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...																		
SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
NO ES DE MI DISCIPLINA																		
SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	Brl / fcl	=	=	=	-		Brl / fce	=	=	=	=	=	=	=	=	Brl / fcl	=	=
ES ESPECÍFICO DE ...					Brl	=												
NO LO CONOZCO																		
NO SE USA																		
ES POCO FRECUENTE														X	X			
ES MUY FRECUENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X

3. Términos que denotan entidades, con frecuencias por texto:

entidades	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
acuíferos	1		7		1	1
afluente		1			1	2
agua	29	59	38	16	142	103
alga	7				10	7
ambiente	3	3		3	3	5
amonio	13			4	6	2
arroyo	11	22				2
arsénico	5	1	17	6	3	2
bacillariophyceae	10				2	1
bacteria		5		9	7	13
cadmio	4	29	5		6	1
calcio			1	7	5	2
cepa		19			3	
chlorela	2				5	
chlorophyceae	12				5	
cloruro	8			4	2	3
cobalto		2			1	
cobre	5	25	9		22	2
comunidad					25	
contaminantes	2	6	1		16	16
cromo	5		5	9	5	2
cyanophyceae	14				9	3
cyclotella	2				3	
diatomea	1				8	
efluente	5	8	4	1		3
elemento				1	25	
escherichia		2		3	2	1
especie	8	3			21	16
euflenophyceae	2				18	2
fenol	6				2	3
fitoplancton	21				9	1
fósforo	1				18	1
género	4				2	
grupo		3	1		10	6
hierro		1	9		2	2
individuo	12				6	1
larvas	3				5	4
magnesio				4		2
materia		3	1		41	22
material			5		30	6
metal	9	64	13		25	3
microorganismo		16			6	6
mineral			1		3	9
nitrato	6			6	4	5
nitrito	6			4	1	3
nitrógeno	2	1	2	4	19	6
nitzchia	1				7	
nutriente	1	1		1	6	3
nutrimento	3				3	
organismo	3				66	34

oxígeno	15	19	2		42	31
pH	6	3		4	9	1
plancton	1				11	6
plomo	5	26	7		5	1
potasio	1				1	1
pseudomona		5		6	2	
río	57	1	3		56	56
rotíferos	8				3	
sedimento		14	3		22	5
sistema	2	4	1		44	6
sulfato				5	7	4
sustancia	1	1			7	36
zinc	7	26			3	
zooplancton	16				8	1
Totales	**333**	**373**	**136**	**97**	**833**	**453**

4. Términos que denotan eventos, con frecuencias por texto:

eventos	**Texto 1**	**Texto 2**	**Texto 3**	**Texto 4**	**Texto 5**	**Texto 6**
autodepuración					5	5
concentración	10	21	27		72	14
consumo	1	4	6	1	7	5
crecimiento	2	17		1	9	2
cultivo	1	22	2		2	2
DBO	9				18	3
degradar	1				1	14
depuración					6	3
descomposición					11	3
determinar	7	7	4	5	7	8
dilución	1	1			6	5
floración	6					1
medir	2	3	1		7	5
muestrear	9	7	3	2		4
oxidación	2				16	2
población	3	2	1		9	8
precipitación	2	2	3		5	
recuento	2	5		2		
saneamiento	1					1
sedimentación	1				1	3
solución		4	2		9	3
suspensión		1			7	7
titulación	1			4	1	1
tratamiento	2	14			15	5
valoración	1				1	
vertido	3		1	1	11	14
Totales	**78**	**116**	**54**	**23**	**283**	**180**

5. Términos que denotan cualidades, con frecuencias por texto:

cualidades	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
ácido		1	1		9	7
acuático	5	7			12	22
aerobio		1		1	3	2
alcalinidad	7			4	5	1
biogeográfico					1	
biológico	1	1		2	11	7
bioquímico		1			6	2
coliforme		4		6		
contaminación	9	6	4	7	33	43
contaminado	5	4		2	19	6
degradable	1	1				7
densidad	24	1	1		5	
dulce	1				3	
dureza	6			5		1
ecológico					3	6
ecotoxicológico	1					
eutrofia					2	
eutrofización					11	1
eutroficación						8
polución	2				7	11
fecal		3		6	1	1
físico	8					6
fisicoquímico	2			9		6
inorgánica			1	2	2	4
limnológico	1				4	1
líquido		1				7
muerto					3	9
natural	3	1	6	1	15	20
nocivo			1			5
nutriente	1	1		1	6	3
orgánico	3	4			67	27
patógeno					5	4
pesado	7	3	8		4	4
polución	2				7	11
poluído	2					
potable			1	7		6
puro	1		1		1	2
químico	10	3	5		18	8
resistente	1	21			12	2
salino			1	1	2	
sanitario		6			1	4
sólido	6	3		7	2	5
subterráneas		2	11	5	2	3
superficial	3	24	2		1	6
tolerante	2	15	3		5	2
tóxico	7	2			11	12
turbio	6			1	1	2
vivo		1			11	14
Totales	**91**	**105**	**37**	**49**	**198**	**188**

CAPÍTULO 3

3. LOS TEXTOS ESPECIALIZADOS

Este capítulo se centra en el análisis de los textos que constituyen el corpus que sustenta empíricamente la tesis. En la primera sección (3.1.) se detalla el marco teórico-metodológico empleado para caracterizar los textos y en la segunda sección (3.2.) se aplica la tipología propuesta al análisis de cada uno de los seis textos. Los cuadros y las figuras intercaladas ilustran los aspectos analizados en los niveles situacional, funcional, semántico y formal. En la parte final (3.3.) se exponen las conclusiones que surgen de la caracterización textual realizada.

3.1. LOS NIVELES TEXTUALES

Todo trabajo de investigación sustentado en el análisis empírico de un corpus textual debe partir de un marco teórico que dé cuenta del objeto texto. El modelo de texto de múltiples niveles que se ha adoptado en esta tesis (cfr. 1.2.2.) se basa en la definición de los textos como objetos dinámicos y complejos. Dinámicos, porque constituyen "estaciones intermedias para la creación de otros textos y puntos de partida para el procesamiento receptivo del conocimiento" (Antos 1997 *apud* Ciapuscio 2003: 23); complejos, en tanto son "estructuras multidimensionales en las que se manifiestan los sistemas de conocimientos de los hablantes" (Heinemann & Viehweger 1991 *apud* Ciapuscio 2003: 22). La perspectiva dinámica es particularmente productiva en el estudio de textos científicos si se los piensa, también, como recursos para la constitución del conocimiento especializado. La complejidad, por su parte, surge de entender el texto como una estructura multidimensional en la que se manifiestan los sistemas de conocimientos de los hablantes involucrados tanto en la comprensión como en la producción discursiva.

En consonancia con este modelo de texto, se ha optado por una tipología que parte de la hipótesis básica de que el saber sobre clases textuales se origina a través de ordenamientos multidimensionales de representaciones prototípicas en distintos niveles. Esta tipología tiene la finalidad no solo de ofrecer criterios útiles para caracterizar el discurso especializado en

tanto tipo textual, sino también de clasificar los textos del corpus en función de su grado de especialización. Así pues, la propuesta que se presenta aquí surge de incorporar –reelaborándolos[17]– los resultados de estudios empíricos realizados sobre textos de especialidad diversos (Kuguel 2001a y b, Ciapuscio & Kuguel 2002, Adelstein & Kuguel 2004).

3.1.1. La situación

Todo hablante tiene almacenado un saber sobre modelos de situaciones que se activa para la solución de tareas comunicativas específicas. El concepto de situación incluye no sólo factores ambientales directos (tiempo, lugar) sino también los conocimientos sobre esferas comunicativas, instituciones y formaciones sociales. Los parámetros que conforman esta dimensión son el contexto social, el tipo de comunicación, la situación ambiental y los participantes de la comunicación (incluido su número y el tipo de relación entre destinador y destinatario).

El primer parámetro concierne al contexto social y al ámbito de circulación del texto; es decir, a sus condiciones de producción y recepción. El segundo refiere al tipo de comunicación, que puede ser interna o externa al ámbito de producción del texto. La situación ambiental, por su parte considera los parámetros de espacio y tiempo en que se lleva a cabo la comunicación.

En lo referente a los participantes de la comunicación interesa no solo el número de interlocutores sino también su rol social y la relación que se da entre ellos al comunicarse. Respecto de los papeles que pueden desempeñar los participantes –teniendo en cuenta además el ámbito de comunicación especializada estudiado– trabajos anteriores (Kuguel 2001a; Ciapucio & Kuguel 2002) nos permiten distinguir tres categorías, definidas a partir del grado de competencia sobre determinada área del conocimiento: especialista, semiespecialista y lego. La categoría de semiespecialista (o semilego) es una categoría compleja que sirve para designar al interlocutor que posee ciertos conocimientos sistematizados sobre el área específica y que puede comprender distintos perfiles: el aprendiz de especialista (estudiante avanzado), el periodista científico, e incluso, el especialista de áreas de conocimiento

[17] Si bien los distintos niveles surgen de una construcción teórica realizada a partir de datos que se encuentran imbricados entre sí en el texto, en la bibliografía consultada suele dársele un ordenamiento a los niveles que difiere con el que aquí se presenta, puesto que, por motivos vinculados esencialmente con la exposición, se trata en primer lugar el módulo de la situación y después el de la función.

cercanas[18]. Por otro lado, las diferencias de competencia en el tema específico que determinan esos papeles condicionan la simetría o asimetría de la relación entre los participantes involucrados.

3.1.2. La meta comunicativa

La dimensión de la función textual se vincula con los saberes acerca del papel de los textos en la interacción, su contribución a la realización de metas comunicativas sociales y objetivos individuales, así como a la constitución de relaciones sociales. Los textos pueden servir a un gran número de funciones comunicativas como brindar información, efectuar y responder preguntas, dar órdenes, hacer pedidos, expresar sentimientos, hacer una invitación, ofrecer ayuda, entre otras. Todas ellas se pueden organizar en cuatro tipos principales: expresarse, contactar, informar y dirigir.

La primera de las funciones incluye la manifestación de afecto, el presentarse a sí mismo, liberarse, descargarse psíquicamente y expresar opinión. La función de *contactar* –condición necesaria para la comunicación– responde al propósito de los participantes de establecer y mantener la comunicación. La tercera función, *informar*, se encuentra en textos cuyo objetivo es obtener información nueva (consultas, entrevistas periodísticas), en aquellos que permiten controlar los conocimientos del interlocutor (exámenes, evaluaciones), y en los que transmiten información. Estos últimos comprenden una gran variedad de clases textuales: desde los testamentos hasta las disculpas. Finalmente, la última de las funciones es la de *dirigir*[19]. Mediante esta ilocución el productor textual intenta influir sobre el destinatario para que éste haga algo, asuma determinada actitud o adhiera a una creencia. Los textos orientados hacia esta función comprenden tanto instrucciones o recetas como ensayos o artículos de opinión.

Estas cuatro funciones se hallan en una relación de inclusión: *dirigir* presupone a las otras tres, pues los textos que dirigen también informan. La función *informar* supone el contacto entre los participantes y, para ello, es necesario que los hablantes se expresen.

---

[18] Una categoría muy similar, la de "iniciados", es postulada por Pearson: "A menudo, los expertos que trabajan en un dominio de especialidad deben comunicarse con otros quienes, teniendo algún conocimiento en el área, no tienen el mismo nivel de experticia. Pueden ser estudiantes de una disciplina específica, como el caso de los estudiantes avanzados en instituciones superiores. Pueden ser personas que trabajan en la misma área pero con un entrenamiento de base diferente" (Pearson 1998: 37).

[19] Se ha preferido esta denominación en lugar de "comandar" o "apelar", también empleadas en la bibliografía consultada.

Sin embargo, no todas las funciones textuales tienen la misma jerarquía: en un texto existen funciones predominantes y funciones subsidiarias. La función o ilocución dominante es la que expresa el deseo principal del emisor –por ejemplo, que el destinatario responda una pregunta o que tome conocimiento de un hecho– y desempeña un rol destacado en la construcción de la jerarquía ilocutiva, en la secuencia que adoptan las ilocuciones y en su realización lingüística. Las ilocuciones subsidiarias, por su parte, tienen la finalidad de asegurar de manera directa el éxito de la ilocución dominante[20].

3.1.3. El contenido semántico

El módulo correspondiente al contenido semántico se relaciona principalmente con el tema textual, esto es, el núcleo de contenido que el texto expande y desarrolla. Comprende factores relativos tanto a los tipos de procedimientos para el despliegue del tema textual en el texto como a la estructuración en partes más o menos estandarizadas. Dentro de este nivel se tienen en cuenta, además, los parámetros de dominio, subdominio y área temática, que surgen de la vinculación del tema textual con una disciplina científica.

Otra de las categorías consideradas en este módulo es la originalidad del contenido. Según esta noción (Gläser 1993) los textos pueden agruparse en formas primarias o derivadas. Las formas primarias son contribuciones originales ("primeras") a un área específica; las formas textuales derivadas se basan en textos subyacentes y, por ende, tanto su tema como su sistema conceptual y terminológico dependen de los textos fuente. Un ejemplo claro lo presentan los textos de divulgación científica, que son intrínsecamente formas derivadas o textos secundarios.

Dentro de esta dimensión se incluye, también, la perspectiva sobre el tema, entendida como el punto de vista a partir del cual se trata el tema del texto. En el caso del discurso especializado las perspectivas relevantes son la teórica o básica, la aplicada, la didáctica y la divulgativa. La perspectiva teórica o básica implica el tratamiento de un tema para expandirlo, esto es, para lograr conocimiento nuevo que modifique el estado de conocimiento previo. La perspectiva aplicada sobre un tema supone su tratamiento en función de su utilidad, y la didáctica se dirige a la transmisión en marcos de enseñanza, a fin de que sea comprendido por el estudiante o aprendiz. Un texto adopta la perspectiva divulgativa cuando el contenido especializado se retoma para ser transmitido a un destinatario lego, con el fin de que conozca esa información y, eventualmente, la tenga en cuenta en su vida cotidiana.

---

[20] A los fines de este trabajo planteamos 'ilocución dominante' y 'función dominante' como conceptos análogos. Para un mayor detalle de las jerarquías y secuencias ilocutivas de los textos, véase Gallardo (2003).

Finalmente, teniendo en cuenta el módulo semántico se considera la capacidad de todo texto de referir a realidades extralingüísticas, se ha decidido incluir en él las redes conceptuales como un instrumento de análisis textual –no contemplado originalmente en el modelo de múltiples niveles– destinado a extraer conclusiones acerca de la dimensión cognoscitiva de los textos. Son varias las perspectivas posibles sobre este tipo de redes. Dentro de la bibliografía exclusivamente terminológica, Otman, por ejemplo, propone una red semántico-terminológica con el fin de representar bajo la forma de grafos las unidades terminológicas de un dominio y las relaciones semánticas que las unen en un sistema nocional (Otman 1996: 245). El tipo de red planteado por este autor tiene en común con muchos otros tipos de estructuraciones conceptuales propuestos para la terminología el hecho de que se construye a partir de términos aislados, mediante un procedimiento en que los textos (mayormente obras lexicográficas) funcionan como fuentes de validación o, a lo sumo, como contextos definitorios de las unidades terminológicas (cfr. Otman 1996).

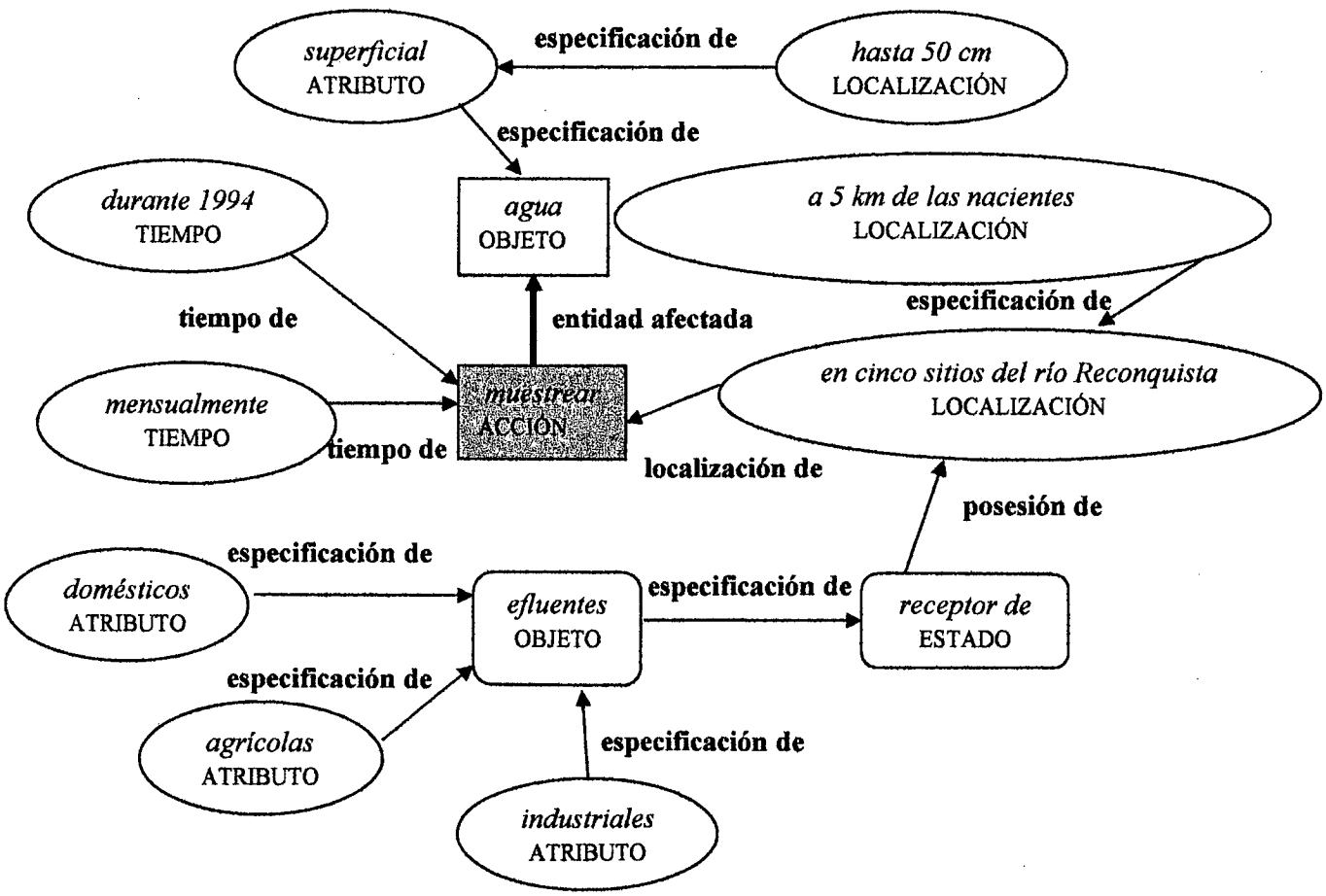
En consonancia con el punto de vista teórico adoptado para esta tesis, se optó por la noción de red semántica propuesta por Beaugrande (1980), en el marco del análisis textual. Para Beaugrande, las palabras o los grupos de palabras son expresiones de superficie para conceptos y relaciones subyacentes que, al ser usadas en la comunicación, activan estos conceptos y relaciones, esto es, ingresan su contenido en el almacenamiento activo en la mente. La atención del usuario textual, entonces, se dirige hacia el descubrimiento de los centros de control textual, es decir, a aquellos puntos desde los que se puede realizar estratégicamente el acceso a la información e iniciar su procesamiento. Según Beaugrande, los más adecuados para operar de este modo son los conceptos primarios, que son 'objetos' –entidades conceptuales con una constitución estable–; 'situaciones' –configuraciones de objetos y sus estados actuales–; 'acontecimientos' – eventos que cambian una situación o un estado dentro de una situación–, y 'acciones' –eventos producidos intencionalmente por un agente[21]. Los conceptos vinculados con los nodos centrales son los conceptos secundarios, que se clasifican según el modo en que definen a los conceptos primarios; por ejemplo, 'estado', 'atributo', 'cantidad'. Beaugrande establece, además, una tipología de las relaciones que sirven para etiquetar las conexiones entre conceptos secundarios y primarios (por ejemplo, 'agente de', 'especificación de', 'entidad afectada', 'instrumento de' o 'posesión de')

[21] Reproducimos aquí la terminología de Beaugrande para luego, en el capítulo 4, retomar la idea de tipos conceptuales desde la perspectiva de Pustejovsky y, con ella, las categorías de 'entidades', 'eventos' y 'cualidades', que son las que se adoptan en la tesis.

y una tipología de operadores que especifican el estatus de las relaciones entre conceptos ('inicio', 'fin', 'entrada', y 'salida').

Así, por ejemplo, en (1) se muestra, a modo de ejemplo, la red conceptual construida a partir de la primera oración del resumen del texto 1 del corpus. Allí se observa cómo alrededor del concepto primario representado por *agua* se organiza un 'atributo especificador' (*superficial*), especificado a su vez por una 'localización' (*hasta 50 cm*). Por otro lado, a través de la 'acción' *muestrear*, el concepto de *agua* se relaciona indirectamente con dos conceptos de 'tiempo' (*durante 1994* y *mensualmente*) y uno de 'localización' (*en cinco sitios del río Reconquista*). Este concepto de 'localización' se encuentra vinculado, por su lado, con una 'especificación de lugar' y con un 'estado'. Además, la relación entre el concepto de *río Reconquista* y su 'estado' (*receptor de*) es de 'entrada en posesión'. Finalmente, se puede observar que el 'estado de receptor' se halla especificado, a su vez, por el concepto de *efluente* con sus respectivos 'atributos' (*doméstico*, *agrícola* e *industrial*).

(1) Durante 1994 se muestreó mensualmente el agua superficial (hasta 50 cm) en cinco sitios (a 5, 10, 20, 38 y 46 km de las nacientes) del río Reconquista (Buenos Aires, Argentina), receptor de efluentes domésticos, agrícolas e industriales. (Texto 1)



3.1.4. Los recursos formales

El nivel formal se refiere a la superficie textual, esto es, al conjunto de conocimientos que se ponen en juego en la comprensión y la selección de recursos lingüísticos y no lingüísticos que se emplean en la formulación de un texto. Este nivel contempla, en primer lugar, las máximas retórico-estilísticas de la clase textual en cuestión, que surgen de un saber (llamado también "estilístico"), orientativo respecto de la formulación y la comprensión de un texto. Estas normas generales condicionan a su vez la decisión de incluir elementos no verbales, como ilustraciones, gráficos o fotos, y la preferencia por determinados recursos sintácticos y léxicos.

Es importante señalar que los diversos módulos que permiten describir y sistematizar los textos no están desvinculados entre sí. De hecho, existe un condicionamiento estrecho y recíproco entre los distintos niveles (Ciapuscio 2003: 24): las dimensiones superiores determinan los aspectos microestructurales, como ser la distribución informativa, las conexiones sintáctico-semánticas entre las oraciones, la sintaxis o, como se verá en detalle, el léxico. A su vez, los rasgos microestructurales son los únicos aspectos que permiten describir y explicar de manera fundada el objeto texto en sus niveles más globales.

En el cuadro 3.1 se presenta la tipología y sus parámetros de manera esquemática.

Nivel situacional:
- contexto social, tipo de comunicación y situación ambiental
- participantes de la comunicación: número, rol social y relación entre ellos

Nivel funcional:
- jerarquía funcional

Nivel del contenido semántico:
- dominio, subdominio y área temática
- tema y despliegue temático
- forma primaria o derivada
- perspectiva temática
- red conceptual

Nivel formal
- máximas de formulación de la clase textual
- formas lingüísticas / no lingüísticas
- recursos sintácticos
- recursos léxicos

Cuadro 3.1.: La tipología textual.

3.2. El corpus de textos de ecología

El corpus está conformado por seis textos del dominio de la ecología (cfr. 2.1. y *Anexos* al final de la tesis). Cuatro de los textos presentan los resultados de estudios llevados a cabo en diferentes cursos de agua del país. El texto 1 analiza la calidad del agua del Río Reconquista de Buenos Aires; el texto 2, el arroyo Las Catonas (un afluente del Río Reconquista); el texto 3, el agua subterránea de la zona sudeste de Tucumán, y el texto 4, el agua subterránea de Rafaela (Santa Fe). Los otros dos textos del corpus corresponden a los dos capítulos dedicados a la contaminación hídrica de un manual universitario de limnología (texto 5) y de un libro producido por el CONICET destinado al perfeccionamiento y la actualización en ecología de docentes de escuela media (texto 6).

El análisis del modo en que cada uno de los niveles descriptos es instanciado en los textos ha permitido no solo caracterizarlos como textos de especialidad sino también organizarlos en tres subtipos textuales que se ajustan a tres grados diferentes de especialización. Respecto del nivel formal, al que se apela como fuente de las evidencias lingüísticas y no lingüísticas que sustentan el análisis, se ha prestado especial atención en seleccionar como indicios aspectos de la formulación diferentes del léxico. Éste suele constituir una evidencia primordial a la hora de dar cuenta tanto del carácter especializado de un texto como de su grado de especialización (cfr. Ciapuscio 1998, 2002), sin embargo, en esta investigación se ha optado por un recorrido inverso, que parte de los textos y culmina en las unidades léxicas empleadas en ellos.

3.2.1. El nivel situacional

Los seis textos son de circulación restringida al ámbito académico: el primero apareció en una revista especializada de la Universidad Autónoma de México; los textos 2, 3 y 4 son resultados de investigaciones presentados en congresos nacionales; el quinto es parte de un manual universitario de limnología, y el sexto integra un libro especialmente producido para el perfeccionamiento de docentes de la escuela media, como se puede observar en el cuadro 3.2. Los indicios más evidentes tanto del contexto social como de la circulación interna al campo científico de estos textos se encuentran en el paratexto lingüístico: encabezados, portadas, tapas, prólogos, notas.

En el cuadro 3.3. se presenta el modo en que se instancian en los textos los valores relativos a los participantes de la comunicación. En cuanto al número de los participantes, en los cuatro primeros textos el productor textual es grupal: varios autores que conforman un equipo de

investigación en instituciones de educación superior. En estos cuatro textos el destinatario es parte de la comunidad científica: lectores de la revista especializada y asistentes a los congresos. El texto 5 tiene un destinador único cuyo destinatario es el estudiante avanzado de ecología que toma un curso de limnología. Finalmente, los productores textuales del texto 6 asumen el rol de capacitadores de profesores de educación media que necesitan perfeccionarse en temas vinculados con el medio ambiente.

Respecto del rol social de los participantes, los indicios lingüísticos permiten establecer su grado de formación en la disciplina. Así, los textos 1, 2, 3 y 4 presentan una relación simétrica entre el productor textual y el destinatario, ambos especialistas, mientras que en los textos 5 y 6 la relación entre los participantes es asimétrica: la comunicación se da entre un destinador especialista y un destinatario semi-especialista.

La evidencia analizada para los diferentes parámetros del módulo situacional (pertenencia institucional, tipo de publicación, ámbito de circulación, etc.) permite afirmar que los seis textos del corpus comparten la característica de poseer un productor textual especializado en el estudio ambiental del agua. No obstante, únicamente en los cuatro primeros este destinador especialista comunica su mensaje a un par. Esta relación simétrica establecida entre los interlocutores se evidencia no solo por la información relativa a los participantes que se puede rastrear en los paratextos lingüísticos sino también por características textuales que se verán en detalle en los apartados siguientes, como la demostración empírica en tanto realización de la función de *dirigir*, la perspectiva sobre el tema o el nulo tratamiento que recibe el léxico en estos textos. Los otros dos textos coinciden en presentar un destinatario semi-especialista: un aprendiz avanzado, en el texto 5, y un profesor de enseñanza secundaria, en el texto 6. Esta asimetría no solo se percibe en el paratexto lingüístico sino también en el icónico, por la profusión de elementos gráficos al servicio de propósitos expositivos. Estos recursos son pauta, a su vez, de la perspectiva didáctica que los dos textos asumen respecto del tema textual. La relación asimétrica se manifiesta, además, en el modo en que la función de dirigir se instancia en ellos (cfr. 3.2.2. *infra*).

Del análisis del corpus en su dimensión situacional se han obtenido una serie de indicadores que aportan información para caracterizar los textos como científicos, por un lado, y por otro lado, para reconocer distintos grados de especialización, sustentados en principio por la relación entre los interlocutores. En los apartados que siguen se completan estas observaciones con el análisis de las otras dimensiones textuales.

nivel situacional	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
contexto social	ámbito académico					
evidencia	pertenencia institucional de los productores textuales en notas al pie o llamadas debajo del nombre de los autores					
ejemplos	*Programa de Ecofisiología Aplicada, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján.*	*Área Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento.*	*Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. U.N.T.*	*Facultad Regional Rafaela. Universidad Tecnológica Nacional.*	*Catedrático de Ecología de la Universidad de Barcelona*	*Licenciada en Ciencias Biológicas Universidad de Buenos Aires. Doctora en Ecología de la Universidad de Montpellier (Francia).*
tipo de comunicación	comunicación interna dentro de la disciplina o disciplinas cercanas					
evidencia	pautas relativas al tipo de circulación del texto, presentes en el paratexto					
ejemplos	Encabezado de página: *Revista Internacional de Contaminación Ambiental de la Universidad Autónoma de México*	Pie de página: *III Jornada de Investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento*	Tapa: *Memorias del XVIII Congreso Nacional de Agua*		Prólogo: *cursos de Limnología de la Universidad de Barcelona*	Tapa: *Programa de perfeccionamiento docente*
situación ambiental	textos escritos, publicados en las últimas dos décadas del siglo XX en publicaciones de circulación restringida al ámbito académico					
evidencia	referencias espaciales y temporales en el paratexto					
ejemplos	Encabezado de página: *Rev. Int. Contam. Ambient. 14 (2) 69-77, 1998.*	Pie de página: *Los Polvorines, Prov. de Buenos Aires, 29 de noviembre de 2001*	Tapa: *Santiago del Estero, Argentina. Junio, 2000.*		Portada: *Universidad de Barcelona, 1983*	Tapa: *Conicet, Ministerio de Cultura de la Nación*

Cuadro 3.2.: Contexto social, tipo de comunicación y situación ambiental (nivel situacional).

nivel situacional	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
participantes de la comunicación						
número	productor textual: equipo de investigación				un autor	dos autoras
evidencia	paratexto lingüístico					
ejemplos	siete investigadores del Programa de Ecofisiología Aplicada del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján	cinco investigadores del Área de Química de la Universidad Nacional de General Sarmiento	tres investigadores del Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada de la Universidad de Tucumán	tres investigadores de la Universidad Tecnológica Nacional	Ramón Margalef Prólogo: *Este libro se ha ido gestando con la preparación de la lecciones de los cursos de Limnología explicados a lo largo de diez años en la Universidad de Barcelona*	Dina Foguelman y Elizabeth González Urda Contraportada: *Licenciada en Ciencias Biológicas, Doctora en Ecología, Profesora del Taller de Ecología y del Seminario V Ecología.*
rol social	especialista ↔ especialista				especialista ↔ semiespecialista (aprendiz de especialista)	especialista ↔ semiespecialista (profesor)
relación	simétrica				asimétrica	
evidencia	• referencias a la pertenencia institucional de los destinadores y a la clase textual a la que pertenece la publicación (paratexto lingüístico) • diversas realizaciones de la función de dirigir (*demostrar* vs. *recomendar* vs. *dar instrucciones*) • perspectiva temática • diferencias en cuanto al tratamiento del léxico					

Cuadro 3.3.: Participantes de la comunicación (nivel situacional).

3.2.2. El nivel funcional

La jerarquía funcional, esto es, cuál es la ilocución dominante y cuál la subsidiaria, determina a la vez que es determinada por la clase textual. Tal como afirma Weinrich (1994), "un conocimiento recibe su valor de verdad no porque brille en un cerebro sino que solo puede lograr validez científica en tanto se dé a conocer al público científico y de ese modo se ofrezca a la crítica. Si puede hacer frente a esa crítica, entonces puede considerarse conocimiento verdadero". Un artículo científico o "paper" informa acerca de los resultados de una investigación puntual, pero, a su vez, las condiciones de producción propias de este género hacen que estos resultados deban ser originales y verdaderos. Por lo tanto, el artículo de investigación tiene, ante todo, la meta comunicativa de conseguir la aceptación del destinatario respecto de estos aspectos. No ocurre lo mismo en los manuales. En ellos la función de dirigir aparece en general orientada a apoyar el cumplimiento del propósito central: informar acerca de conocimientos disciplinarios ya reconocidos y aceptados por la comunidad científica.

En el cuadro 3.4. se presenta la jerarquía funcional de cada uno de los textos del corpus. Asimismo, se ilustra el modo en que el nivel de las funciones se vincula con el del contenido semántico a partir del relevamiento del tipo de secuencias que instancian, en cada texto, las ilocuciones principales. Para ello, se han considerado cinco tipos de secuencias básicas[22]. Las secuencias narrativas –que sirven para expresar ocurrencias y cambios en el tiempo– se caracterizan por contener verbos en pasado y complementos adverbiales de lugar y tiempo. Las secuencias descriptivas –que sirven para expresar relaciones en el espacio– presentan verbos de estado, en presente o imperfecto, y adverbios o construcciones locativas. En cuanto a las secuencias expositivas –que hacen a la expresión de representaciones conceptuales y, por tanto, incluyen segmentos explicativos y de definición–, suelen mostrar relaciones semánticas de denominación, definición, inclusión y causalidad. Las secuencias argumentativas –que sirven para establecer relaciones entre conceptos y afirmaciones del destinador– incluyen enunciados negativos y conectores de contraste, adversativos o concesivos. También se consideran argumentativas las secuencias con marcadores de resultado como *por lo tanto, por eso*. Por último, las secuencias instructivas se caracterizan por contener indicadores de

[22] Existen diferentes propuestas acerca de este tipo de unidades retórico-semánticas, que difieren en cuanto a cómo se las define y/o denomina: para Adam (1991), por ejemplo, se trata de tipos elementales de articulación de proposiciones; para Werlich (1975), de unidades estructurales de base semántica, que tienen repercusión en la forma lingüística que los hablantes seleccionan para organizar sus textos. Aquí se sigue la propuesta de Adelstein & Kuguel (2004), basada principalmente en Werlich (1975, *apud* Ciapuscio 1994 y Gallardo 2003).

obligación, como verbos en imperativo e infinitivo, y verbos modales (*deber* y *poder*), entre otros.

En los cuatro primeros textos predomina la función de *dirigir*, realizada como *demostrar*, combinada con la función subsidiaria de *informar*. En efecto, en estos textos los datos brindados respecto de las propiedades de los cursos de agua analizados constituyen las pruebas empíricas que demuestran el grado de contaminación hídrica en cada caso. En el texto 1 se ofrece evidencia respecto del alto grado de contaminación del Río Reconquista, a partir de parámetros fisicoquímicos y biológicos. El texto 2 comprueba que el arroyo Las Catonas (afluente del Río Reconquista) presenta un estado sanitario y un contenido de metales que lo hacen no apto para cualquier uso. El texto 3, por su parte, se centra en el análisis del agua subterránea de una zona de la provincia de Tucumán y muestra que, aun sin superar los límites previstos por la normativa actual, los valores de metales son peligrosos. Por último, el texto 4 verifica la contaminación del agua de pozo de la ciudad de Rafaela en función de parámetros bacteriológicos.

Los ejemplos transcriptos en el cuadro 3.4. permiten apreciar que en estos textos las ilocuciones informativas se construyen mediante secuencias descriptivas y narrativas. Las primeras se centran en la locación del curso de agua estudiado, en sus características esenciales y en propiedades que se observan mediante los análisis científicos. A partir de las secuencias narrativas se explicita la metodología a la que apelaron los investigadores para obtener la evidencia (tomar muestras de agua, someterlas a distinto tipo de pruebas, etc.). Ambos tipos de secuencias constituyen las ilocuciones subsidiarias que contribuyen al logro de la meta principal, que consiste en que el destinatario se convenza acerca de la verdad de los resultados presentados. Para ello se recurre a secuencias argumentativas orientadas ya sea a juicios respecto de lo que queda demostrado (véase el empleo de *mostrar* y *verificarse* en los ejemplos del cuadro 3.4.) o a la puesta en relación de los resultados con sus posibles causas o con sus consecuencias.

En los textos 5 y 6, por su parte, predomina la función de *informar*, que se realiza mediante secuencias expositivo-explicativas en las que se definen o se explican conceptos propios de la disciplina. No obstante, estos dos textos difieren en cuanto a la ilocución directiva empleada como función de apoyo de la exposición: en el texto 5 la función de *dirigir* es instanciada como *recomendar* y en el texto 6, como *dar instrucciones*. En tanto subtipos del discurso instruccional, ambos se configuran como medios para el aprendizaje en la medida en que se busca la autonomía del destinatario respecto de las acciones prácticas o mentales que el

destinador desea que desarrollen (Silvestri 1995). Por otro lado, en ambos casos se plantea una relación asimétrica entre destinador y destinatario, basada en el mayor conocimiento que aquél posee sobre una determinada área temática (Gallardo 2003). Ahora bien, las características diferenciadas entre los dos tipos ponen en evidencia que en el *recomendar* la distancia entre los interlocutores es menor. En efecto, el uso, en el texto 6, del imperativo (*haga una lista, no olvide*), el infinitivo (*observar la turbidez, repetir la observación*) y su combinación con formas interrogativas (*¿Conoce ejemplos de organismos indicadores? Menciónelos*) se contrapone al empleo, en el texto 5, de verbos modales (*los experimentos pueden hacerse en cultivos discontinuos*) o del condicional (*Sería correcto determinar separadamente la materia orgánica disuelta y la que está en forma de partículas en suspensión, empleando para separar una y otra un filtro de características normalizadas*). El *dar instrucciones* supone una mayor distancia entre un locutor con un alto grado de experticia que instruye a un destinatario menos experto[23]. En el *recomendar*, en cambio, se recurre a formas más indirectas para orientar la acción del destinador, puesto que se da por sentada una mayor cercanía en cuanto al nivel de formación, entre un destinador especialista y un aprendiz próximo a serlo.

[23] De hecho, el texto 6 no solo propone ejercicios sino que también incluye una sección que ofrece la correcta resolución de las actividades propuestas, denominada "Clave de respuestas".

	función predominante	función subsidiaria
Texto 1	dirigir: **demostrar**	**informar**
secuencias	**argumentativa**: *Dado que se han iniciado medidas de saneamiento en el Río Reconquista, este estudio constituye una línea de base útil para el control futuro de los efectos de las acciones que se implementen. Asimismo, la evaluación de los patrones espaciales de distintos parámetros limnológicos contribuye a definir las zonas críticas, orientando las decisiones tendientes a la recuperación.*	**narrativa**: *Se tomaron muestras de agua del río por duplicado, se trasladaron al laboratorio a 4 ℃ y se analizaron en el día de su recolección.* **descriptiva**: *El arroyo Morón le aporta un importante flujo de contaminantes de efluentes domésticos y de numerosas fábricas (frigoríficos, tejedurías, productos químicos, mataderos, etc.).*
Texto 2	dirigir: **demostrar**	**informar**
secuencias	**argumentativa**: *Con respecto a los resultados obtenidos en los cultivos en lote de las cepas seleccionadas 200H y B101N no se detectaron interacciones con el plomo presente durante los diferentes estadíos de crecimiento, así como no se observó variación en la concentración del cobre en el medio de cultivo. En cambio, hubo una fuerte interacción con el cinc y el cadmio desde la fase de crecimiento exponencial hasta la estacionaria: los cultivos realizados demostraron que estos metales disminuyen apreciablemente su concentración en la fase acuosa, incorporándose a la fracción que contiene las células.*	**narrativa**: *Se seleccionaron dos sitios de muestreo sobre el arroyo Las Catonas, en los que se tomaron muestras de agua y de barros, en recipientes estériles.* **descriptiva**: *El aspecto del arroyo varía a lo largo de su recorrido. En la cuenca superior se encuentran pocos residuos sólidos urbanos en sus márgenes y cauce; a la altura de la calle General Lamadrid se ha observado la presencia de abundante espuma en ciertos tramos del arroyo, y más adelante, en particular desde la zona cercana a la desembocadura del arroyo Los Perros, se incrementa la cantidad de residuos sólidos urbanos presentes.*
Texto 3	dirigir: **demostrar**	**informar**
secuencias	**argumentativa**: *La distribución espacial de la mayoría de los elementos analizados muestra que las concentraciones tienden a aumentar hacia el centro de la cuenca hidrogeológica, a lo largo de un eje que posee una dirección NO-SE, dirección que corresponde al sentido del movimiento regional del agua subterránea.*	**narrativa**: *A lo largo del año 1998 se llevó a cabo el muestreo de aguas extraídas de 28 pozos profundos, cuya distribución se detalla en la Figura 2.* **descriptiva**: *El sector estudiado se encuentra dentro de la región denominada por Tinco et al. (1984) como provincia hidrogeológica de la llanura oriental, la cual se extiende hacia la provincia de Santiago del Estero desde la Sierra del Aconquija, por el Oeste, hasta la Sierra de Guasayan al Este.*

Cuadro 3.4.: Jerarquía ilocucionaria y secuencias predominantes (nivel funcional).

Texto 4	dirigir: **demostrar**	**informar**
secuencias	**argumentativa**: *Se verificó la contaminación de las aguas subterráneas en las zonas industriales, como consecuencia de la actividad del hombre En cuanto a los parámetros bacteriológicos, la no potabilidad de las muestras se debió fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas, no encontrándose contaminación de tipo fecal.*	**narrativa**: *Se muestrearon 25 sitios ubicados en 4 zonas distintas de la ciudad, correspondiendo una de ellas a la zona industrial y las tres restantes a barrios residenciales (Figura 1).* **descriptiva**: *Si bien la ciudad cuenta con una extensa red de agua potable, aún existen zonas donde no se cuenta con este servicio y en la mayoría de los casos el agua es utilizada para consumo humano, desconociendo su potabilidad*
Texto 5	informar: **exponer**	dirigir: **recomendar**
secuencias	**expositiva**: *Contaminación o polución es un término más jurídico que limnológico, pues significa solamente que un recurso ha cambiado de tal modo que ya no es utilizable, o bien su valor ha disminuido.* **explicativa**: *En un río contaminado, la estructura normal vertical de un ecosistema acuático está exagerada y deformada, porque el gradiente máximo se hace aproximadamente horizontal.*	**argumentativa**: *Más sugerente y útil es la aplicación de principios generales de la limnología a la consideración de los segmentos impurificados de un río.* **instructiva**: *El limnólogo, en este caso, debe entender que la legislación ha de incluir alguna referencia cuantitativa y se le puede convencer que la proponga. El limnólogo desea asegurarse y aquí aparece otra dificultad. El limnólogo se puede situar en el papel de un ingeniero que construye un puente, y que va a adoptar un elevado factor de seguridad. De esta forma se podría sugerir un límite varias veces más bajo que el razonable, suponiendo que, aunque todos los otros factores vayan en contra, probablemente no saldremos de la zona de seguridad.*
Texto 6	informar: **exponer**	dirigir: **dar instrucciones**
secuencias	**expositiva**: *En síntesis, un río no es solo una corriente de agua estirada sobre la tierra y que drena un área: también es un conjunto de ecosistemas acuáticos, un conector de ecosistemas diversos que intercambian elementos por su intermedio, una vía de entrada y de salida de materiales, un eficaz medio de dispersión de especies animales y vegetales e incluso un regulador climático cuando es suficientemente caudaloso.*	***instructiva**: Actividad N° 20 Haga un listado de posibles intercambios en un ecosistema fluvial, clasificando a) Entradas de energía y materiales, y b) Salidas. No olvide incluir efectos de las actividades humanas. c)¿Qué efecto puede tener la tala de bosques o de la vegetación natural, en particular la de la costa, sobre 1) las entradas de materiales y 2) el régimen de los ríos?*

Cuadro 3.4. (continuación): Jerarquía ilocucionaria y secuencias predominantes (nivel funcional).

3.2.3. El nivel del contenido semántico

3.2.3.1. Dominio, tema y despliegue temático

Los seis textos fueron producidos en el subdominio específico de la limnología –rama de la ecología que estudia las aguas no marinas– y comparten la misma área temática: la contaminación hídrica[24]. En cuanto al tema textual, todos ellos abordan la contaminación del agua; los cuatro primeros analizan la contaminación de un curso de agua en particular y los dos últimos exponen las causas y consecuencias de la polución hídrica en general (ver cuadro 3.5.).

Por otro lado, respecto de la originalidad del tema propuesto, los textos 1 a 4 son formas primarias. Como indicio se puede señalar la clase textual misma a la que pertenecen: el primero, en tanto "paper" de una revista especializada en contaminación ambiental, y los otros tres, en tanto ponencias presentadas en un congreso sobre el uso y la preservación de los recursos hídricos, deben presentar resultados de investigación novedosos para la comunidad científica.

También la clase textual de los textos 5 y 6 es prueba de su grado de originalidad: se trata de manuales y, por ende, de textos de carácter secundario. Esto queda ilustrado en el cuadro 3.5. en los ejemplos que aluden a los textos primarios a los que cada uno refiere.

Si se toma en cuenta la perspectiva sobre el tema, se puede observar que los cuatro primeros textos poseen una perspectiva científica aplicada, lo cual se manifiesta claramente en los objetivos enunciados de manera directa: *El objetivo del trabajo es evaluar la calidad actual de las aguas subterráneas en...* (ver más ejemplos en el cuadro 3.6.).

Los otros dos textos, en cambio, adoptan una perspectiva didáctica, que se explicita en ambos prólogos y se advierte (de manera más llamativa en el texto 6) en los recursos gráficos a los que se apela en el paratexto icónico.

En los cuatro textos que presentan los resultados de investigaciones científicas –como en todos los textos de su tipo– la expansión del contenido constituye la "puesta en texto" de las diversas etapas del estudio realizado, con especial atención a la validación de una hipótesis que diera origen a tal estudio. Esta "textualización" suele seguir un ordenamiento en partes que, según normas estilísticas propias del ámbito especializado en que se produce el texto,

[24] La selección de un área temática especializada es uno de los criterios con los que se conformó el corpus textual (cfr. 2.2.).

pueden estar más o menos estandarizadas[25]. En los textos 1 a 4 del corpus se observa, entonces, la existencia de cuatro partes fijas: introducción, metodología, resultados y conclusión[26]. Esta partición, tradicional en las ciencias experimentales, se reproduce en los cuatro textos con muy ligeras variaciones[27]: en la introducción de los textos 1 y 3, por ejemplo, la descripción del área de estudio se presenta como un apartado distinto. Lo mismo ocurre con los objetivos en el texto 4. El texto 2, por su parte, subdivide el apartado destinado a la metodología en tres subapartados. Por último, el texto 1 considera tres partes finales: resultados, discusión y conclusiones.

También hay coincidencias en estos cuatro textos en cuanto al tipo de procedimiento utilizado para desplegar los núcleos temáticos de cada parte textual. La introducción suele apelar a secuencias descriptivas y/o argumentativas; la metodología a secuencias narrativas, y la conclusión a secuencias argumentativas. Es en el tratamiento de la parte "resultados" que se advierten algunas diferencias entre ellos (cfr. cuadro 3.7.).

Cabe recordar que el recurso a los distintos tipos de secuencias está estrechamente vinculado con el tipo de referente tratado en cada apartado. Así, la descripción es el procedimiento más apropiado para ubicar espacialmente el curso de agua analizado y comunicar sus propiedades esenciales (*El río Reconquista es un curso de agua templado...)*. Por otro lado, la presencia de secuencias argumentativas en la introducción (*Ante esta situación se consideró importante realizar un relevamiento con el objeto de...)* se explica por la necesidad de este tipo de textos de justificar tanto la importancia como la originalidad del tema a desarrollar (cfr. Adelstein & Kuguel 2004: 30).

En la parte dedicada a la metodología predomina la narración puesto que en tal sección se relatan las acciones llevadas a cabo para validar la hipótesis que ha guiado la investigación: *Para el análisis bacteriológico se realizaron las siguientes determinaciones...* .

En lo que concierne a los resultados, mientras que el texto 1 los despliega a modo de una sucesión de acciones (*La densidad media anual de fitoplancton total aumentó ... Las medias de Chlorophyceae alcanzaron su máximo ...*), los textos 3 y 4 recurren a la descripción (*El Cd*

[25] Si bien la organización en partes textuales del texto científico parece regirse –cada día más– por una serie de pautas no escritas de carácter universal, varios estudios muestran que, sin embargo, ésta no se encuentra exenta de variaciones culturalmente dependientes (cfr. Gnutzman & Oldenburg 1991).

[26] Esta organización sigue, de hecho, la fórmula "IMRD" (introducción, métodos, resultados, discusión), estudiada en los artículos de investigación en inglés (Swales 1990).

[27] En los cuatro primeros textos se incluye, además, un resumen al principio y las referencias bibliográficas al final.

y el Pb se encuentran en concentraciones que .... el 15 % se encuentran fuera del límite de nitrato...). Las secuencias argumentativas presentes en los textos 2 y 4 evidencian los juicios de los investigadores en el análisis de los resultados (por ejemplo: *El fuerte incremento observado de la carga de bacterias de origen fecal podría adscribirse al funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento...*). El hecho de que en el texto 2 no haya ni secuencias narrativas ni descriptivas podría deberse al uso de tablas para mostrar los resultados. Por otro lado, la ausencia de segmentos argumentativos, que en el texto 3 podría responder a su brevedad, en el texto 1 se explicaría por la presencia del apartado "Discusión", en el que tal tipo de secuencia es predominante.

Por último, no es de extrañar que en la conclusión predominen las secuencias argumentativas en tanto ésta no solo suele insistir sobre la importancia del tema abordado sino que también –y principalmente– se centra en reafirmar la validación de la hipótesis (*Se verificó la contaminación de las aguas subterráneas...*).

A diferencia de lo que ocurre en los cuatro primeros textos, en los textos 5 y 6 las partes textuales no siguen una pauta estandarizada; ambos están organizados en partes libres, cuyos títulos anticipan el contenido temático de cada apartado (ver cuadro 3.8.). Tal como es de esperar en textos académicos que adoptan una perspectiva temática didáctica, los procedimientos para desplegar los núcleos temáticos se basan principalmente en secuencias expositivas e instructivas. Por ejemplo: *el oxígeno es un gas fundamental para el desarrollo de procesos aeróbicos de biodegradación, ya que todos los organismos respiran* (texto 6), y *Estos datos se suelen comparar con información sobre la química del agua, por lo menos la DBO, y el consumo de permanganato. Los resultados se pueden expresar en cartogramas, coloreando los distintos segmentos de los ríos según colores convencionales: azul, verde, amarillo y rojo, respectivamente, para las zonas xenosaprobias, oligosaprobias, mesosaprobias y polisaprobias* (texto 5).

Tanto la división de los subtemas en apartados como las características de las secuencias expositivas e instructivas empleadas para desplegar el contenido ponen en evidencia una diferencia entre los textos 5 y 6 en cuanto al tratamiento del referente. Esta diferencia consiste fundamentalmente en que el texto 6 apela a más recursos facilitadores de la comprensión. Esto se advierte en la estructuración en partes, en la que los apartados –bastante más cortos que los del texto 5– manifiestan una compartimentación del contenido en núcleos más breves y por ende más asequibles. En cuanto a las secuencias empleadas para expandir el tema, se observan más segmentos explicativos, con recurso a la definición (*Un compuesto es*

biodegradable cuando puede ser asimilado y metabolizado por seres vivos) y la explicación causal (*El análisis de temas sanitarios se presta a ser abordado en forma interdisciplinaria ya que involucra aspectos provenientes de las ciencias naturales y de las ciencias sociales*). Esto se corresponde, además, con las secuencias instructivas con carácter más imperativo que ya se presentaron al analizar el nivel funcional (*Recorra uno a uno los ambientes de su casa y liste las posibles fuentes de contaminación*).

	Dominio	Sub-dominio	Área temática	Tema textual	Originalidad	Indicios lingüísticos
Texto 1	ecología	limnología	contaminación hídrica	contaminación fisicoquímica y de fito y zooplancton del río Reconquista	formas primarias	clase textual: artículo de investigación científica con resultados de investigación propios
Texto 2				contaminación por metales (y su relación con la microbiota) en el arroyo Las Catonas		clase textual: comunicación en congreso de resultados de investigación propios
Texto 3				contaminación por metales de las aguas subterráneas del SE de Tucumán		
Texto 4				contaminación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de Rafaela		
Texto 5				caracterización, causas y consecuencias de la contaminación hídrica	formas derivadas	prólogo: *Este libro se ha ido gestando con la preparación de las lecciones de los cursos de Limnología explicados a lo largo de diez años en la Universidad de Barcelona.* [...] *Las fuentes de inspiración y de información son claras y quedan de manifiesto en la bibliografía utilizada y en las citas del texto.*
Texto 6						*Lea las diferentes definiciones de contaminación y luego intente responder las preguntas del cuestionario guía:* *1.- "Debe considerarse que un agua está contaminada cuando su composición o estado están alterados de tal modo que ya no reúne las "condiciones adecuadas al conjunto de utilizaciones a las que se hubiera destinado en su estado natural" (Organización Mundial de la Salud, O.M.S.)* *2.- "Habrá contaminación de aguas cuando se originen cambios "nocivos resultantes de un acto humano que afecten la composición, el contenido o la calidad natural del recurso". (Asociación de Derecho Internacional).*

Cuadro 3.5.: Dominio, subdominio, área temática, tema textual y originalidad (nivel del contenido semántico).

		Perspectiva
Texto 1	aplicada	*Dentro del marco de un proyecto más amplio sobre evaluación ecotoxicológica del Río Reconquista, el objetivo de este trabajo consistió en determinar las tendencias parciales de parámetros físicos, químicos y biológicos, con el fin de profundizar la caracterización de este río.*
Texto 2		*En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el estudio de los niveles de metales y estado sanitario que presentan las aguas superficiales e intersticiales y los sedimentos en el arroyo Las Catonas. De estas aguas se aislaron y caracterizaron cepas autóctonas multirresistentes (tolerantes) a dichos metales, estudiando posteriormente la distribución de los mismos durante períodos de cultivo en lote, con el objeto de evaluar su potencial uso en procesos de biorremediación de aguas contaminadas.*
Texto 3		*Por tal motivo se realizó un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de este sector.*
Texto 4		*El objetivo del trabajo es evaluar la calidad actual de las aguas subterráneas en la ciudad de Rafaela.*
Texto 5	didáctica	uso de la gráfica (figuras y esquemas) como recurso explicativo prólogo: [Este libro] *Corresponde a una visión personal de lo que debería contener la limnología, cuando se trata de comunicar esta ciencia a estudiantes que traen una preparación determinada y que deberán enfrentarse con una problemática local también definida.*
Texto 6		uso de la gráfica (recuadros, figuras y negritas) como recurso didáctico prólogo: *Este curso tendrá una fuerte base ecológica, pero será en realidad un curso de Medio Ambiente (...) Como dijimos, el tratamiento de temas ambientales, especialmente cuando éstos afectan a la salud, suelen ser buenos motivadores y pueden ser una herramienta accesible y eficaz para la conexión entre el aula y la sociedad. Por eso le sugerimos algunas actividades que pueden ser coordinadas con docentes de otras áreas.*

Cuadro 3.6.: Perspectiva sobre el tema textual (nivel del contenido semántico).

	despliegue temático			
	introducción	metodología	resultados	conclusión
títulos	INTRODUCCIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO	MATERIALES Y MÉTODOS	RESULTADOS	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES
secuencias	secuencias descriptivas	secuencias narrativas	secuencias narrativas	secuencias argumentativas
Texto 1	*El río Reconquista es un curso de agua templado de llanura en cuya cuenca se establecieron aproximadamente 3 millones de habitantes (alrededor del 1% de la población total de la Argentina y un 31,5% de la población de la Capital Federal y su región metropolitana), así como varios miles de industrias.*	*Se tomaron muestras de agua del río, por duplicado, se trasladaron al laboratorio a 4°C y se analizaron en el día de su recolección. En cada alícuota se determinó por duplicado: turbidez (por nefelometría), sólidos totales (secado a 103-105°C), oxígeno disuelto (Winkler), DBO (consumo de oxígeno en 5 días) y DQO (método del dicromato de potasio).*	*La densidad media anual de fitoplancton total aumentó desde Cascallares hasta San Martín (8 veces) y luego disminuyó hacia Bancalari. Las medias de Chlorophyceae, Cyanophyceae y Bacillariophyceae también alcanzaron su máximo en San Martín.*	*La importancia como factor regulador de las floraciones registradas de algunas especies de cianofitas, que pueden tener efecto tóxico o inhibitorio para el zooplancton, posiblemente se haya limitado a los momentos de dichas floraciones. Los crustáceos planctónicos habrían sido afectados negativamente por el progresivo deterioro espacial de la calidad química del agua. Si bien la respuesta del zooplancton resultó probablemente de la interacción de distintos factores, la declinación del oxígeno habría sido uno de los más determinantes.*
títulos	INTRODUCCIÓN	MATERIALES Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
secuencias	secuencias descriptivas y argumentativas	secuencias narrativas	secuencias argumentativas	secuencias argumentativas
Texto 2	descriptiva: *La cuenca del arroyo Las Catonas, afluente del río Reconquista, tiene una superficie aproximada de 180 km^2 y se encuentra localizada casi en su totalidad en el partido de Moreno.* argumentantiva: *Por otro lado, una de las consecuencias de esta situación es que los contaminantes presentes en las aguas superficiales migren, bajo diferentes condiciones, afectando la calidad de las aguas subterráneas utilizadas por la población como fuente de agua de consumo..*	*Para el estudio de la distribución de los metales en cultivos en lote, se destruyó la materia orgánica de las alícuotas correspondientes a diferentes tiempos de incubación. Se determinó la concentración de Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+} por voltamperometría de preconcentración electrolítica en las soluciones correspondientes a los sobrenadantes, a las fracciones que contienen las células y a los respectivos controles.*	*El fuerte incremento observado de la carga de bacterias de origen fecal podría adscribirse al funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento.*	*Dada la disminución de cadmio y cinc en el medio de cultivo observada durante el crecimiento de la cepa 200H y B101N, éstas son buenas candidatas potenciales para ser empleadas en procesos de biorremediación de aguas contaminadas, particularmente en el caso de cadmio y cinc ya que extraen con elevada eficiencia a estos metales del medio acuoso circundante.*

Cuadro 3.7.: Despliegue temático de los textos 1 a 4, según partes textuales y tipo de secuencias (nivel del contenido semántico).

títulos	INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	METODOLOLOGÍA DE TRABAJO	RESULTADOS	CONCLUSIONES
secuencias	secuencias descriptivas y argumentativas	secuencias narrativas	secuencias descriptivas	secuencias argumentativas
Texto 3	descriptiva: *El área relevada se encuentra ubicada entre los paralelos de 26°45' y 27°30' latitud Sur y los meridianos de 64°45' y 65°30' longitud Oeste (Figura 1).* argumentativa: *Ante esta situación se consideró importante realizar un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de la llanura del Sureste tucumano.*	*Todas las determinaciones mencionadas se llevaron a cabo en el laboratorio del Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, siguiendo la metodología propuesta por APHA (1989). Se determinaron concentraciones totales, sin tener en cuenta la especiación de los elementos.*	*El Cd y el Pb se encuentran en concentraciones que no superan el límite de detección del método. Casi todos los metales analizados, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993) y el Código Alimentario Argentino (CAA 1994) para aguas de consumo.*	*Llama la atención la presencia de concentraciones, cuyos valores, si bien son también muy bajos, sobresalen en relación con los encontrados en sectores aledaños. En esta localidad se encuentra un grupo de cuatro centrales termoeléctricas que abastecen de energía a la provincia de Tucumán y el resto del NOA. Los efluentes de estas centrales se caracterizan por tener un elevado contenido de sales debido al uso del agua en procesos de condensación. Sin embargo, la presencia de maquinarias pesadas, vehículos y combustibles podría dar lugar a la liberación de metales que, al infiltrarse, afectarían los acuíferos más profundos.*
títulos	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	MATERIALES Y MÉTODOS	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	CONCLUSIONES
secuencias	secuencias argumentativas	secuencias narrativas	secuencias descriptivas y argumentativas	secuencias argumentativas
Texto 4	*En tal sentido, y siendo el agua de vital importancia para las necesidades básicas del hombre, resulta indispensable conocer sus características tanto fisicoquímicas como microbiológicas, para evaluar su calidad y detectar sus posibles fuentes de contaminación.*	*Para el análisis bacteriológico se realizaron las siguientes determinaciones: Recuento de bacterias aerobias mesófilas en Agar nutritivo (37° C - 8 hs), por siembra en profundidad. Bacterias coliformes totales, se determinó el NWP/100 ml (37° C - 48 hs) en caldo Mc Conkey.*	descriptiva: *De las muestras analizadas el 65 % no cumplen con el límite establecido para Sólidos Totales, el 35 % no cumple con sulfato...* argumentativa: *El recuento heterótrofo de placa es un indicador del contenido bacteriano total del agua, aunque no todos los microorganismos presentes en ella se desarrollen.*	*Se verificó la contaminación de las aguas subterráneas en las zonas industriales, como consecuencia de la actividad del hombre. En cuanto a los parámetros bacteriológicos la no potabilidad de las muestras se debió fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas, no encontrándose contaminación de tipo fecal.*

Cuadro 3.7. (continuación): Despliegue temático de los textos 1 a 4, según partes textuales y tipo de secuencias (nivel del contenido semántico).

despliegue temático	
partes textuales no estandarizadas	
Texto 5	**Texto 6**
CAPÍTULO 16: CONTAMINACIÓN O POLUCIÓN DE LOS CURSOS DE AGUA COMUNIDADES CAPÍTULO 18: ECOSISTEMAS FORZADOS TEORÍA CONTAMINANTES ESPECÍFICOS METALES MOLÉCULAS ORGÁNICAS CONCENTRACIÓN Y TRANSFERENCIA AGUAS CORRIENTES REFORMULACIÓN DE PROBLEMAS PRÁCTICOS DIAGNOSIS Y VIGILANCIA DECISIÓN TRATAMIENTO PREVENCIÓN	CAPITULO II: EL ECOSISTEMA RÍO - ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: PARECIDOS PERO NO IGUALES (ACTIVIDAD N° 17) LA DIETA DEL PEJERREY TODOS JUNTOS, PERO NO MEZCLADOS (ACTIVIDAD N° 18) LOS PECES VIAJEROS RELACIONES INTER-SISTEMAS: LO QUE ENTRA, LO QUE SALE (ACTIVIDADES N° 19 Y 20) ALGUNOS FACTORES ABIÓTICOS REGULACIÓN DEL ECOSISTEMA FLUVIAL IMPORTANCIA DE LOS ORGANISMOS VIVOS EN EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA (ACTIVIDAD N° 21) CLAVE DE RESPUESTAS: ACTIVIDADES N° 17, 18, 19, 20 Y 21 CAPITULO IV: LAS AGUAS BAJAN TURBIAS ¿QUÉ ES EL AGUA PURA? ¿QUÉ ES CONTAMINACIÓN? (ACTIVIDAD N° 30) TRES CONCEPTOS A DIFERENCIAR: CONTAMINACIÓN, POLUCIÓN Y EUTROFICACIÓN (ACTIVIDAD N° 31) TIPOS DE CONTAMINACIÓN ACUATICA CONTAMINACIÓN FÍSICA CONTAMINACIÓN QUÍMICA CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA BIDEOGRADABILIDAD FUENTES DE CONTAMINACIÓN VERTIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICO (ACTIVIDAD N° 32) VERTIDOS DE ORIGEN AGROPECUARIO (ACTIVIDAD N° 33) BIOACUMULACIÓN VERTIDOS DE ORIGEN INDUSTRIAL VERTIDOS PRODUCIDOS POR LA NAVEGACIÓN CONTAMINANTES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS CONTAMINACIÓN Y SALUD (ACTIVIDAD N° 34) ¿CÓMO SE MIDE LA CONTAMINACIÓN? DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) ORGANISMOS INDICADORES (ACTIVIDAD N° 35) CONTAMINANTES ESPECÍFICOS CLAVE DE RESPUESTAS: ACTIVIDADES N° 30, 31, 32, 33, 34 Y 35

Cuadro 3.8.: Despliegue temático de los textos 5 y 6, según partes textuales y tipo de secuencias (nivel del contenido semántico).

secuencias expositivas	
La composición de los pigmentos vegetales se puede usar como un dato complementario en las estimas de la polución. La destrucción de los organismos y las condiciones de su descomposición en el agua contaminada conducen a una descomposición más rápida de la clorofila que de los carotinoides, de manera que el cociente D_{430}/D_{665} en material de ríos contaminados es muy alto. En ríos del Centro de España, estudiados por Nieto (fig. 16-19), dicho índice vale entre 5,3 y 8,3 para el seston, y entre 15,0 y 32,3 para el sedimento de tramos muy contaminados, frente a valores, respectivamente, de 2,7 a 3,8 y de 2,6 a 4,8, para tramos de oligosaprobios a mesosaprobios.	*Los compuestos biorresistentes, si no sufren algún tipo de degradación físico-química, se acumulan intactos en el medio ambiente (sedimentos, agua, suelo) o en los seres vivos. En el ultimo caso se puede dar, además, un fenómeno de concentración de la sustancia tóxica a lo largo de la cadena trófica de manera tal que en los últimos eslabones se pueden llegar a dosis nocivas y hasta letales.* *Un ejemplo clásico es lo ocurrido en la bahía de Minamata en Japón, en 1953. En esta zona de pescadores se empezaron a registrar casos de envenenamiento por mercurio y malformaciones en los recién nacidos. Investigando se descubrió que una usina de plásticos cercana había eliminado ese metal pesado al agua. Este se acumuló, primero en el fito y zooplancton, luego en moluscos, crustáceos y peces. Estos peces, que no presentaban síntomas, al ser consumidos por los pescadores, fueron los causantes de la intoxicación.*
secuencias instructivas	
Hay que tener en cuenta que el permanganato se descompone también por la presencia de compuestos nitrosos, ferrosos, de sulfhídrico y aun de cloruros, de manera que puede dar a veces valores exagerados; pero, por otra parte, no indica la presencia de materia orgánica más resistente a la oxidación, que hay que descomponer y determinar con mezcla sulfocrómica, en aparato de reflujo. *Más sugerente y útil es la aplicación de principios generales de la limnología a la consideración de los segmentos impurificados de un río.* *Sería correcto determinar separadamente la materia orgánica disuelta y la que está en forma de partículas en suspensión, empleando para separar una y otra un filtro de características normalizadas.*	***Actividad N° 34 para el aula:*** *. Organizar una encuesta local que permita revelar la relación de la población local con el agua y diseñar alguna estrategia de acción.* *1. Trabajando con sus colegas:* *. Del Depto. de Matemáticas; Ud. puede diseñar el muestreo y el tratamiento estadístico de los datos.* *. Del Depto. de Ciencias Sociales: puede intentar relevar el agua en su comunidad a lo largo del tiempo, a través de entrevistas con los mayores, o relevamientos históricos y establecer la relación actual. Se pueden considerar temas y especificar, como inundación, sequía, manejo de cuencas, redes de abastecimiento y cloacas, limpieza de tanques domiciliarios, correcta construcción de pozos negros, etc.* *. Del Depto. de Plástica y de Lengua castellana y/o extranjeras, diseñar posters, folletos, escribir artículos periodísticos o guiones de radio o TV.*

Cuadro 3.8. (continuación): Despliegue temático de los textos 5 y 6, según partes textuales y tipo de secuencias (nivel del contenido semántico).

3.2.3.2. Las redes conceptuales

Para extraer la estructura conceptual de los textos del corpus, se extrapoló el análisis que Beaugrande aplica a porciones textuales (como se ilustró en 3.1.3.) y se construyó una red conceptual global para cada texto de modo de poder establecer semejanzas y diferencias. Debe tenerse en cuenta, además, que en los textos especializados las redes semánticas sirven para identificar la representación conceptual de un dominio. Esto es así puesto que en ellos, el conjunto de las representaciones conceptuales expresan el conocimiento sobre un tema consensuado por la colectividad de expertos (Cabré & Estopà 2000).

En el texto 1, los conceptos primarios se organizan a partir de la 'acción' *determinar/evaluar*, que realizan los especialistas sobre los metales, el fitoplancton y el zooplancton en el agua superficial del Río Reconquista. El comportamiento de estos objetos en el agua –fundamentalmente su concentración, aumento o disminución– les permite a los investigadores evaluar el grado de contaminación del curso de agua analizado. En el texto 1 todos los parámetros evaluados, excepto el zooplancton, indican contaminación (ver figura 3.1.).

El texto 2 se organiza a partir del estudio de metales, bacterias y microbiota en las aguas superficiales, intersticiales y el sedimento del arroyo Las Catonas. Los 'acontecimientos' –específicamente, el exceso de metales y el incremento de bacterias– significan, en este texto, que el arroyo analizado está contaminado. En la figura 3.2. se representan en segundo plano los conceptos 'resistir' y 'biorremediación', vinculados con uno de los 'objetos' analizados (la microbiota), ya que éstos, si bien surgen como resultados de la investigación, exceden el recorte temático específico de la contaminación.

En el texto 3 se estudian los metales pesados en el agua subterránea del SE de Tucumán; su análisis da como resultado una situación de riesgo pero sin contaminación (ver figura 3.3.).

En el texto 4, los 'objetos' analizados por los investigadores son parámetros físico-químicos y bacterias. El exceso de alguno de los primeros y la presencia de cierto tipo de las segundas indica que el agua subterránea de la ciudad de Rafaela se encuentra contaminada (ver figura 3.4.).

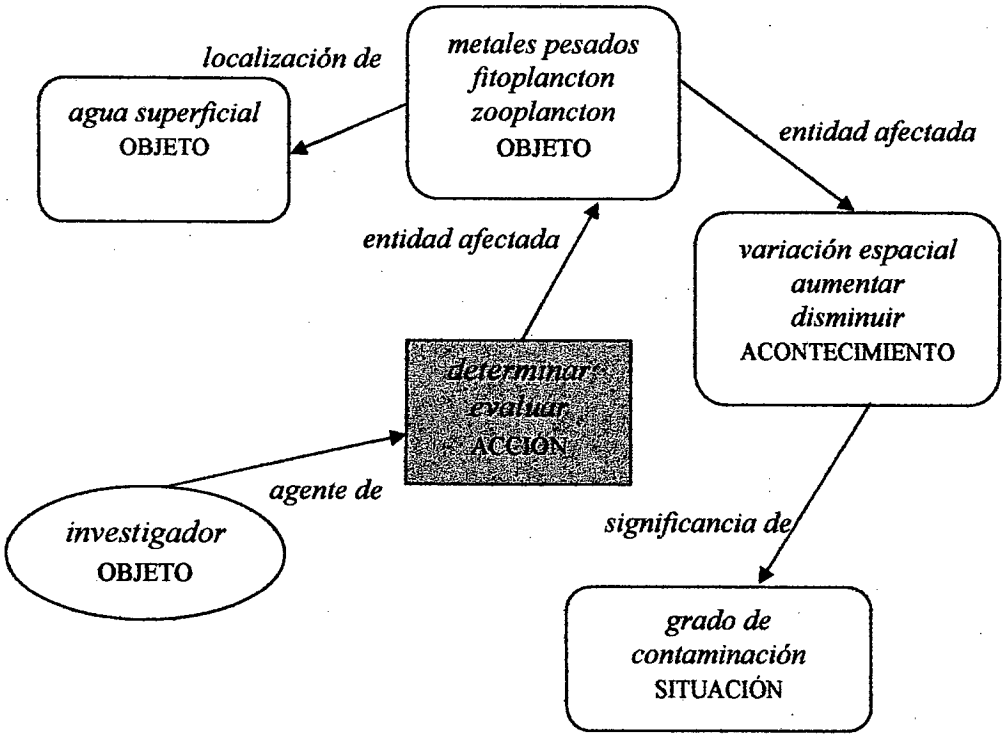


Figura 3.1. Red conceptual del texto 1.

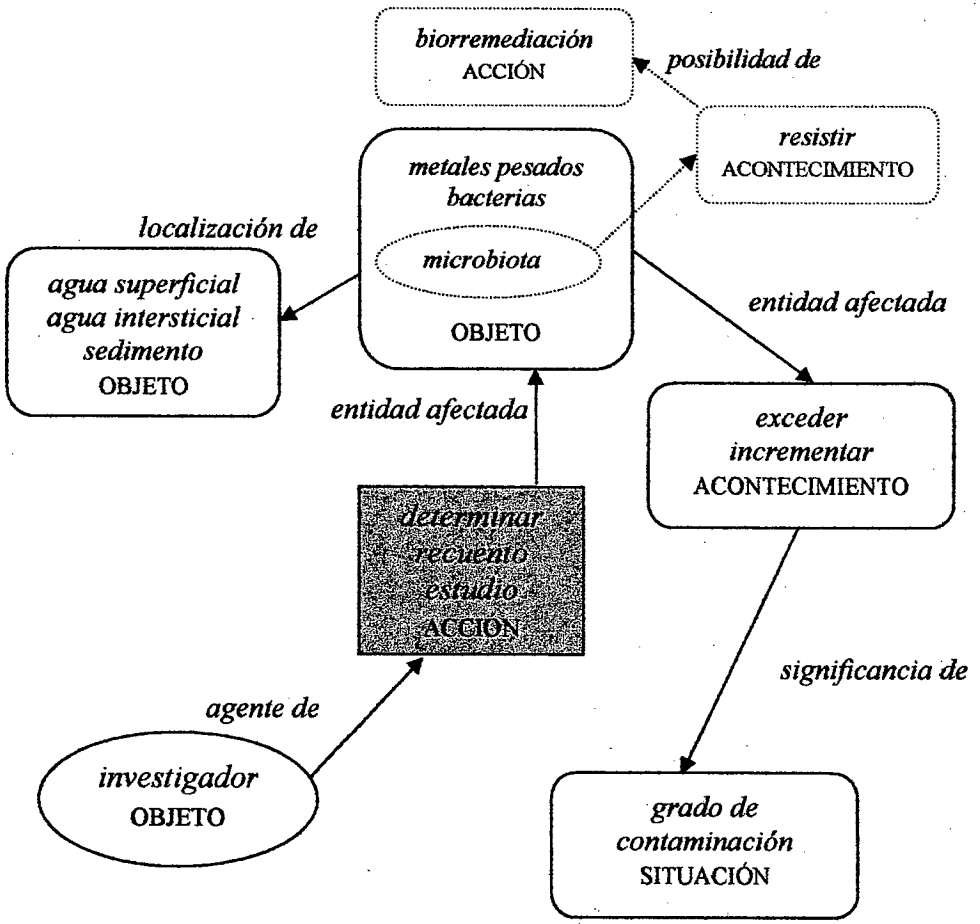


Figura 3.2. Red conceptual del texto 2.

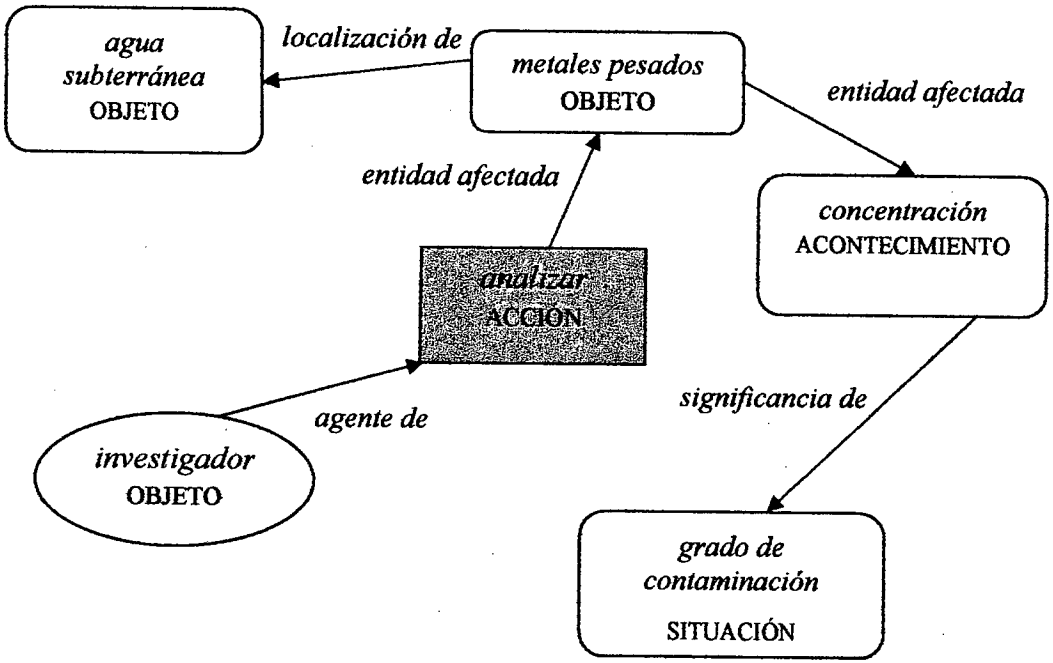


Figura 3.3. Red conceptual del texto 3.

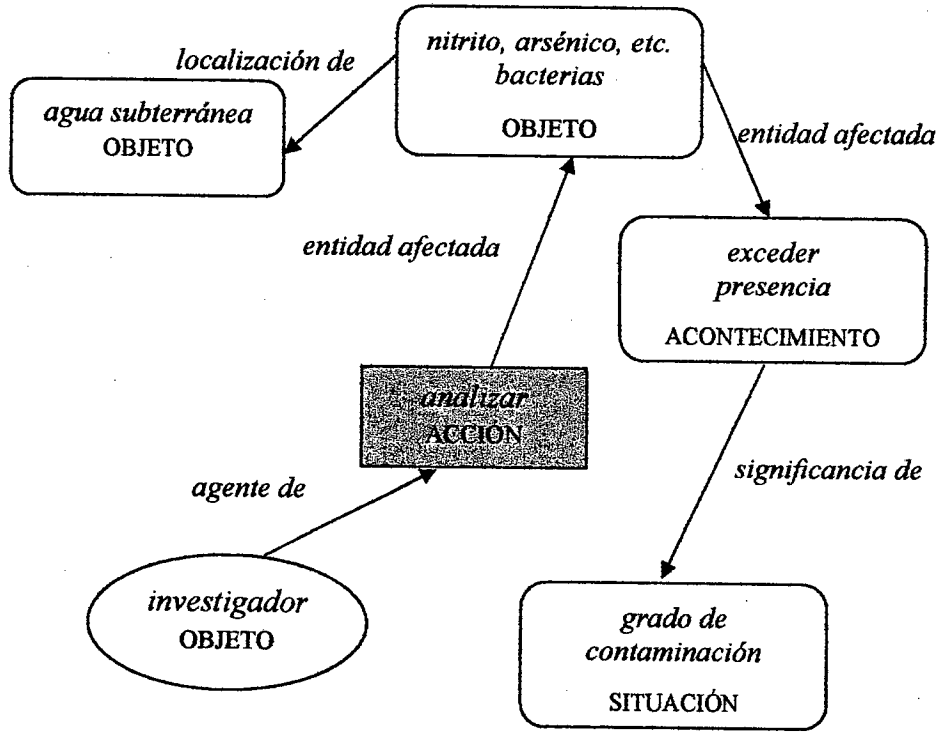
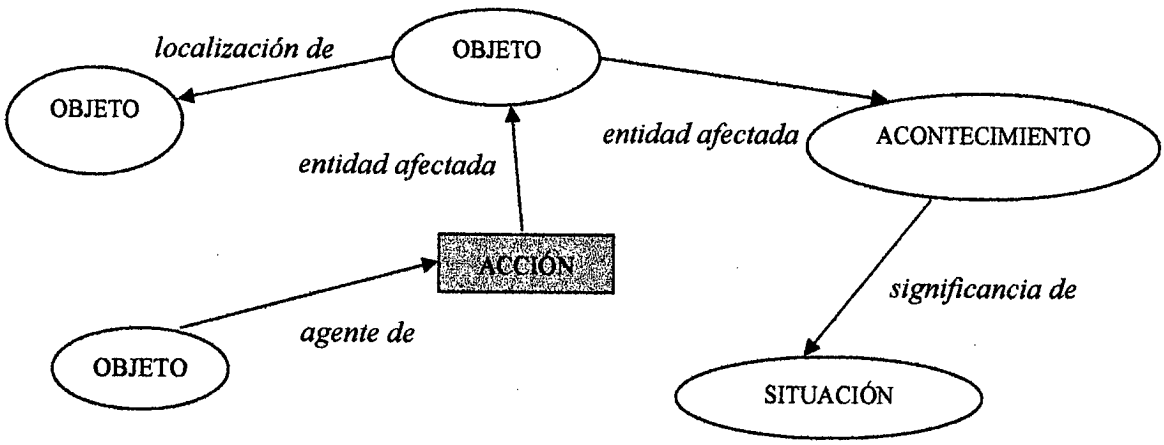


Figura 3.4. Red conceptual del texto 4.

Las redes conceptuales de los textos 1 a 4, que comunican investigaciones efectivamente realizadas sobre diversos cursos de agua, presentan una serie de coincidencias que permiten postular un esquema conceptual común. En todos ellos se pueden reconocer 'objetos' –agentes humanos– que realizan una 'acción' –analizar– sobre 'objetos' que se encuentran en el agua, cuyos 'acontecimientos' –los cambios que se producen en los objetos analizados– son índice y prueba del grado de una 'situación' –la contaminación (ver 2).

(2) Esquema conceptual de los textos 1 a 4.



En comparación con lo que ocurre en estos textos, la configuración conceptual en los dos manuales es ligeramente diferente. En el texto 5, la red conceptual se organiza alrededor de la 'situación' de *contaminación*, que, por un lado, se presenta como afectada por la 'acciones' – *definir*, *medir*, *diagnosticar*, *tratar* y *prevenir*– de un agente humano. Por otro lado, esta situación es causada por una serie de 'acontecimientos' –*vertidos*, *expulsión* y *desagües*– y es causa, a su vez, de la disminución de la diversidad. Finalmente, la 'situación' *contaminación* es atributo del 'objeto' *agua*, en donde ciertos organismos sirven de índice de su grado de contaminación (ver figura 3.5.).

La red conceptual del texto 6 se asemeja a la del texto 5 en que también se organiza alrededor de la 'situación' *contaminación*, vinculada con un agente que la define y la mide. Además, la relación 'causa de' la conecta con distintos tipos de vertidos como 'acontecimientos' causantes y con la 'situación' *enfermedad* como su efecto. En la figura 3.6. se advierte, por otro lado, que una serie de 'objetos' presentes en el agua –los contaminantes– permiten que ésta sea calificada como contaminada. A diferencia del texto 5, en el texto 6 se especifican tres tipos de contaminación: física, química y biológica.

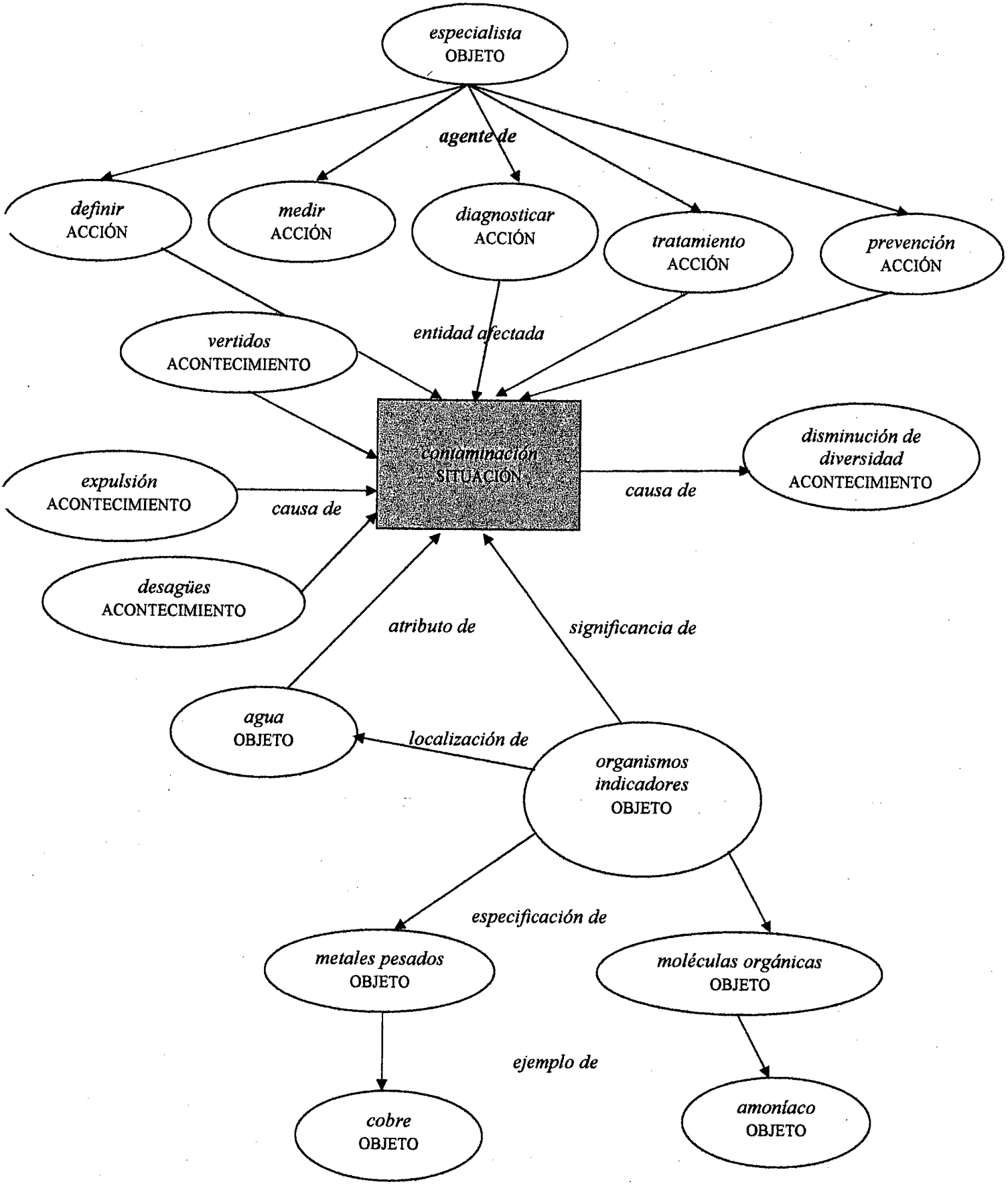


Figura 3.5. Red conceptual del texto 5.

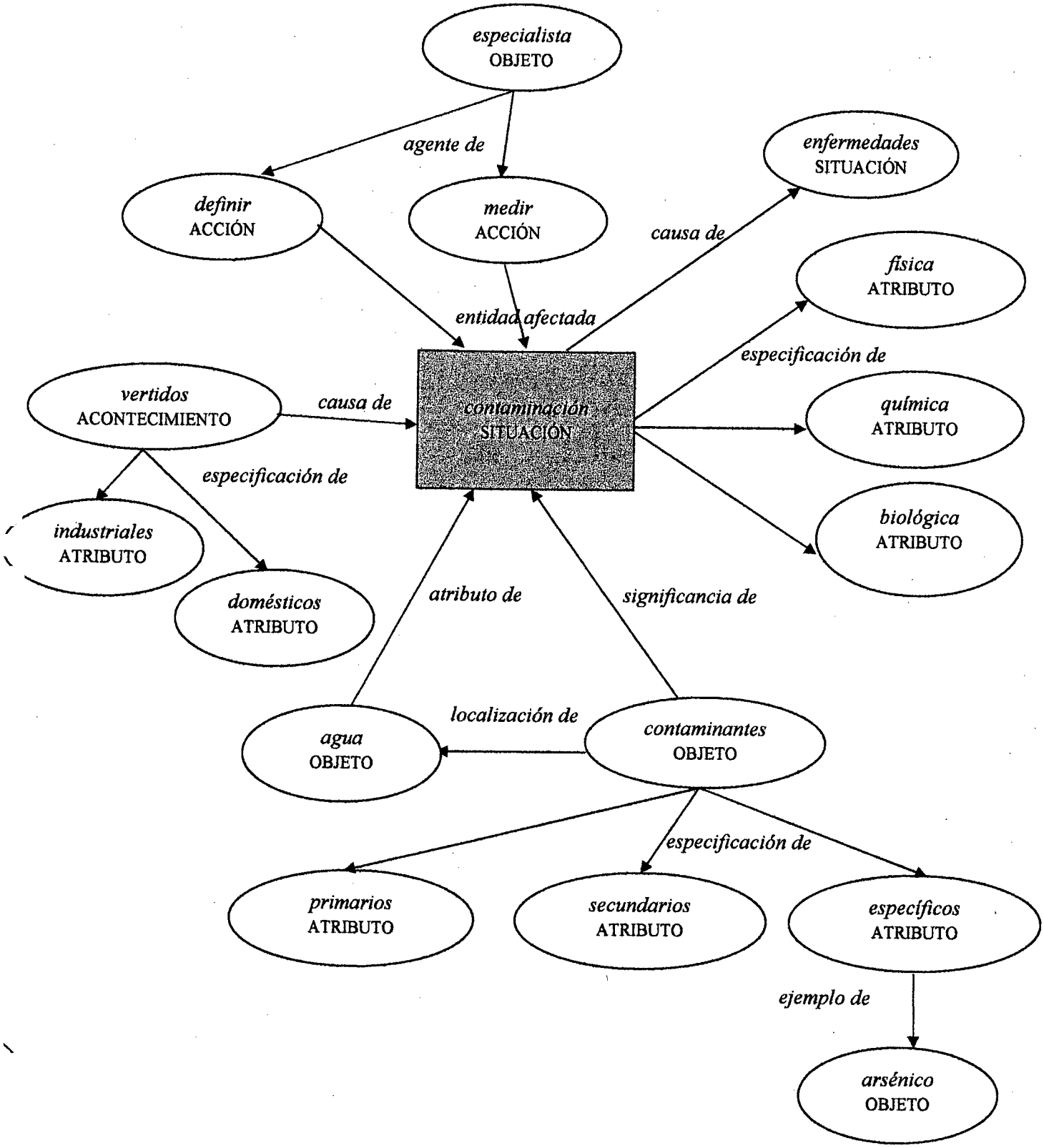
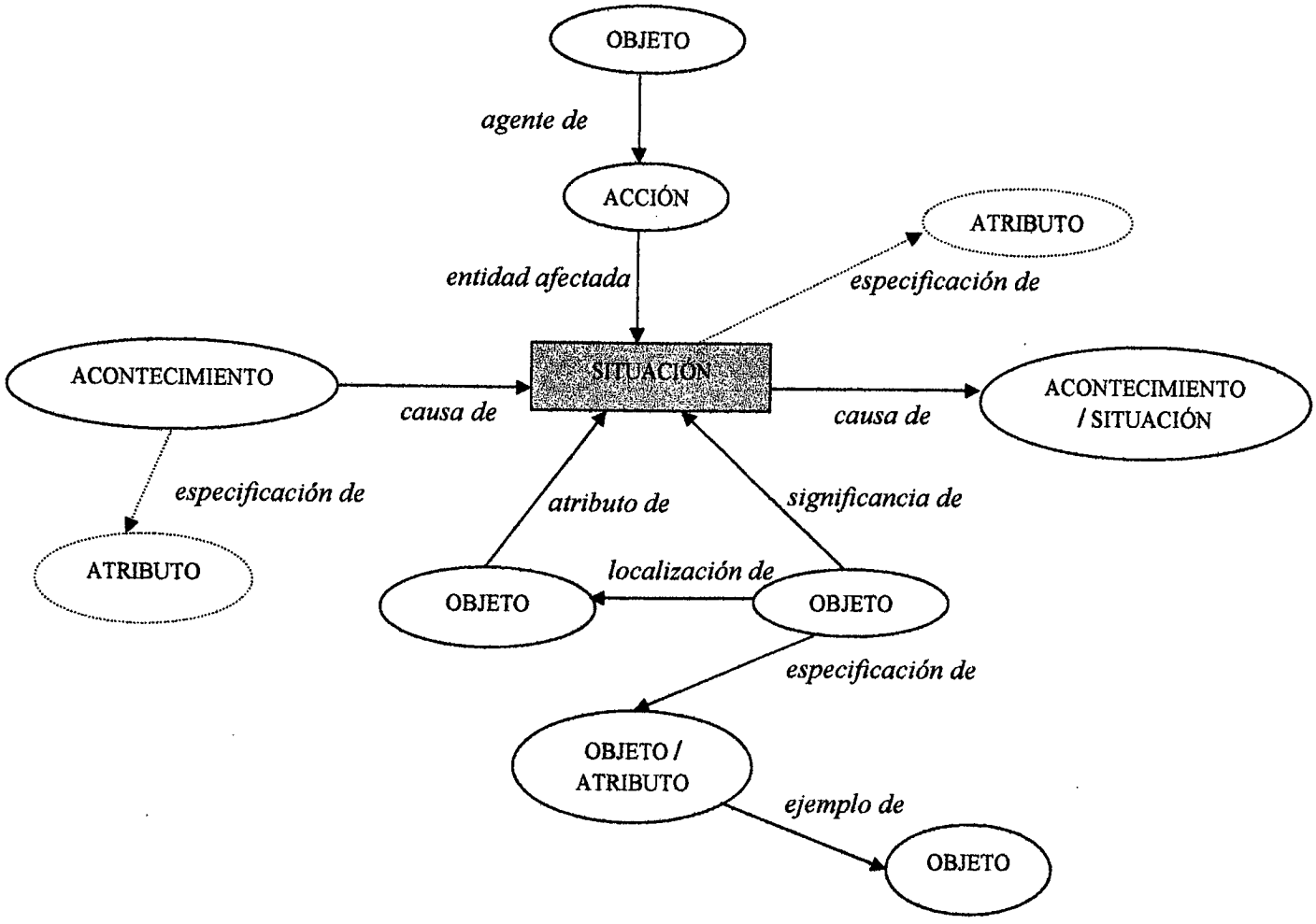


Figura 3.6. Red conceptual del texto 6.

Las redes conceptuales de los textos 5 y 6, que exponen conceptos centrales de la limnología, se pueden representar mediante un esquema único (ver 3). En él, el concepto predominante es una 'situación' –*contaminación*– que se presenta con sus causas y consecuencias; que se vincula con los 'objetos' contenidos en el agua, que aparecen especificados y ejemplificados, y que, al igual que en los textos 1 a 4, es afectada por la 'acción' de un agente humano. Los nodos conceptuales que aparecen con línea punteada –la especificación del tipo de 'situación' y del tipo de 'acontecimiento' causante de esa 'situación'– son los que aparecen solamente en el texto 6.

(3) Esquema conceptual de los textos 5 y 6.



Los seis textos coinciden en presentar una estructura conceptual global con 'objetos' compartidos: el agente humano, el agua y los elementos que se encuentran en ella. En todos ellos, además, 'acción' y 'situación' ocupan nodos centrales de la red conceptual; el primer concepto aparece en los textos realizado por verbos del tipo *analizar* o *medir* y el segundo, por *contaminación*. Otra coincidencia importante es que en todas las redes elaboradas existen

nodos vinculados mediante las relaciones de 'agente de', 'entidad afectada', 'localización de' y 'significancia'. En cuanto a las diferencias de configuración conceptual, éstas se explican fundamentalmente por las relaciones de condicionamiento existentes entre las distintas dimensiones textuales.

En los artículos de investigación –textos 1, 2, 3 y 4– la función de *informar*, que se despliega mediante secuencias narrativas y descriptivas, se concentra en la transmisión, en el nivel del contenido, de una investigación de carácter empírico llevada a cabo por un grupo de científicos. No obstante, en estos textos la función informativa es subsidiaria de la función directiva de *demostrar*, que, en lo que refiere a la situación comunicativa, se desarrolla entre interlocutores con el mismo grado de especialización y, por ende, mediante la exposición de pruebas empíricas que sirven para validar el grado de contaminación de un determinado curso de agua. Esto explica que en estos cuatro textos los centros iniciales de control textual sean acciones del tipo *analizar*: los agentes-especialistas analizan objetos (entidades naturales como las bacterias o los metales), cuyo comportamiento (los acontecimientos que refieren a cambios de estado como aumentar o disminuir) es prueba de una situación particular del objeto agua –en este caso, de su contaminación.

En los manuales –textos 5 y 6–, la función predominante de *informar* se despliega mediante secuencias expositivo-explicativas centradas en la situación misma (la contaminación), que se asocia con los objetos (las entidades naturales) que sirven para determinar la calidad del agua y con sus causas y efectos. Las acciones, por si parte, solo aparecen en secuencias narrativas que ejemplifican investigaciones puntuales o en segmentos en los que se instruye acerca de cómo diagnosticar o prevenir la contaminación. La razón de esto es que lo que se comunica a un destinatario menos experto en el tema es cómo caracterizar la contaminación, cómo reconocerla y cómo medirla. La asimetría a nivel situacional se advierte también en la función directiva, secundaria respecto de la función informativa, que tiene una finalidad eminentemente prescriptiva y se realiza en los textos como *recomendar* y *dar instrucciones*.

En la figura 3.7. se representa la red conceptual elaborada a partir de los rasgos comunes de los seis textos del corpus, aclarando los diferentes centros de control textual.

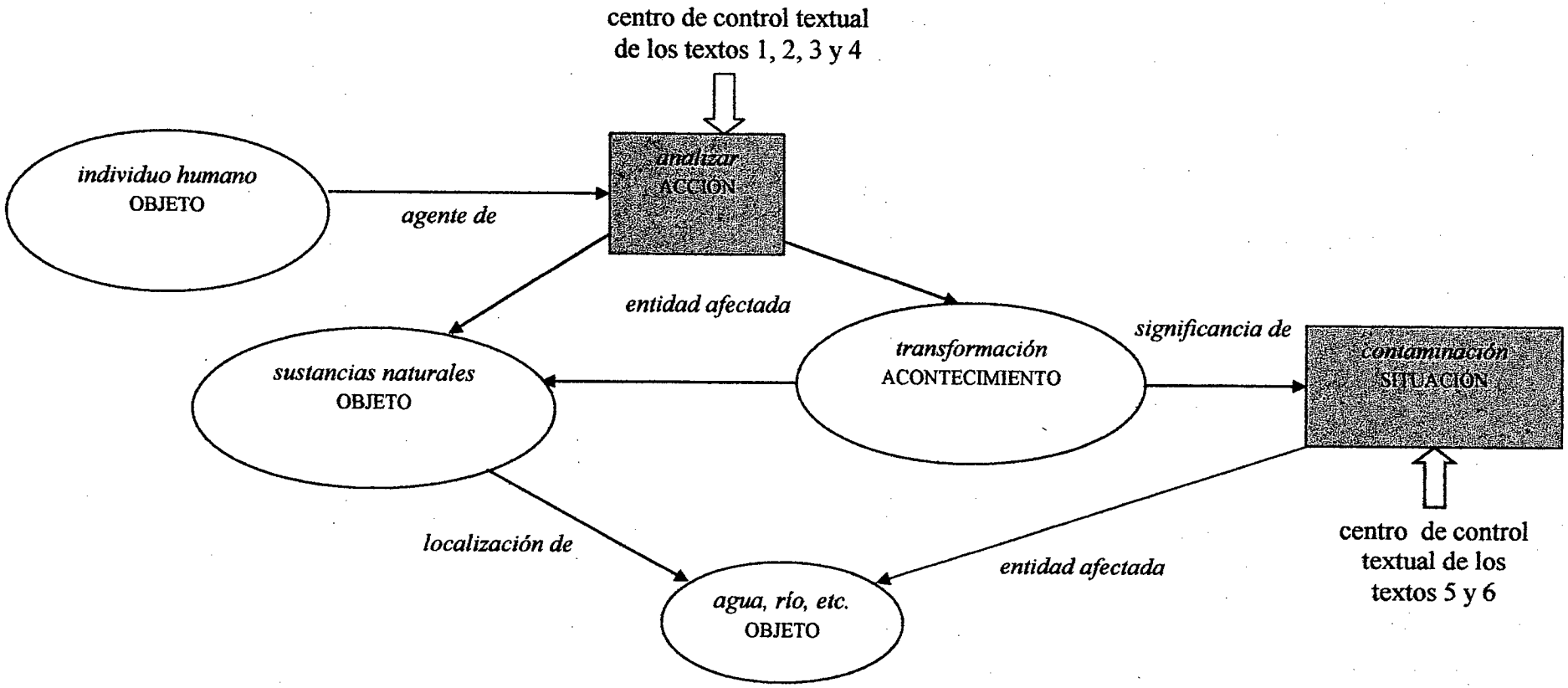


Figura 3.7. Red conceptual global, compartida por los 6 textos.

3.2.4. El nivel formal

En lo que refiere al nivel de la superficie textual, los textos 1, 2, 3 y 4 se ajustan a las máximas retóricas del artículo de investigación. Dentro de los aspectos sintácticos que caracterizan a esta clase textual, se destacan los recursos que contribuyen a crear un efecto de objetividad; en particular los que buscan la desagentivización, ya sea mediante el uso de formas verbales impersonales como mediante la preferencia por terceras personas no animadas en lugar de sujeto.

Los dos textos extraídos de manuales, por su parte, siguen las máximas estilísticas del género en la medida en que recurren a formas gramaticales que reflejan la preocupación del productor textual por incluir al destinatario en el discurso. De este modo, se apela a la primera persona del singular y del plural –*El lector sabrá perdonar mi insistencia...* (texto 5); *En la Introducción hemos enunciado los conceptos básicos...* (texto 6)– y a la segunda del singular: *¿qué esperaría Ud. encontrar en un río...?* (texto 6). Asimismo se recurre a formas de la modalidad interrogativa e imperativa (ver ejemplos en el cuadro 3.9.).

Los cuatro primeros textos tienen en común el hecho de presentar un escaso tratamiento del léxico. De hecho, el único contexto definitorio encontrado es el siguiente, en el texto 2: *Existen microorganismos resistentes y microorganismos tolerantes a metales. Los resistentes se caracterizan por poseer mecanismos de detoxificación codificados genéticamente, inducidos por la presencia del metal. En cambio, los tolerantes son indiferentes a la presencia o ausencia de metal.* Esto se explica por la simetría presupuesta entre destinador y destinatario. Por el contrario, los textos 5 y 6, que pertenecen a la clase textual manual, abundan en recursos de tratamiento tales como definiciones y reformulaciones (ver ejemplos en el cuadro 3.9.).

El tipo de subtítulos (paratexto lingüístico) así como la gráfica (paratexto icónico) empleados en los artículos de investigación responden más a la disciplina en la que fue producido el texto que al género en sí. En los artículos que se centran en resultados de las ciencias experimentales es costumbre organizar los apartados mediante títulos que anticipan la función del fragmento textual que titulan: introducir la investigación; presentar la metodología empleada para validar la hipótesis; comunicar los resultados obtenidos (ver ejemplos en el cuadro 3.7. *supra*).

Otra característica de los textos científicos del dominio de la ecología es el empleo de gráficos y tablas para volcar los resultados de las pruebas empíricas. Este recurso, que permite

condensar gran cantidad de información en poco espacio, presupone la competencia del destinatario necesaria para descifrar este tipo de elementos icónicos que siguen pautas de codificación específicas de un ámbito especializado (ver ejemplos en el cuadro 3.10.).

Tanto el texto 5 como el 6 se asemejan en que se estructuran mediante subtítulos que anticipan el contenido semántico de la sección que encabezan y, por tal motivo, adquieren un valor resuntivo. Al analizar los títulos empleados en uno y otro texto se advierte en ellos una mayor asimetría entre destinatario y destinador, presente, sobre todo, en el acento puesto en la actitud didáctica de este último. Así, por ejemplo, el subtítulo "Diagnosis y vigilancia" del texto 5 encuentra en "¿Cómo se mide la contaminación?", del texto 6, una reformulación en que el tono remeda al del docente en situación de clase (cfr. cuadro 3.8. *supra*).

Esta misma diferencia entre los dos manuales aparece en el tratamiento de la gráfica. La mayor parte de los gráficos incluidos en el texto 5 exigen un saber especializado por parte del destinatario. Por el contrario, la variedad y el tipo de gráfica –desde tablas hasta viñetas humorísticas– del texto 6 permite postular un destinatario con menos experticia en la iconografía propia de la disciplina en cuestión (ver ejemplos en la continuación del cuadro 3.10. y en los textos mismos, en los *Anexos* al final de la tesis).

	estilo	recursos sintácticos	ejemplos	recursos léxicos	ejemplos
Texto 1	artículo de investigación científica	desangetivización	*La falta de patrones espaciales definidos en la concentración de metales pesados es atribuible al vertido de los mismos en forma intermitente.*	terminología sin tratamiento	
Texto 2			*La remediación definitiva de estos sitios requiere la extracción de los contaminantes.*		
Texto 3			*El As constituye una excepción ya que tiende a acumularse hacia el sur de la cuenca.*		
Texto 4			*En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, en la Tabla I se resumen los valores promedios, mínimo y máximo obtenidos.*		
Texto 5	manual	presencia del destinador y el destinatario en el uso de las formas flexionadas y recurso a las modalidades interrogativa e imperativa	*Diremos que un ecosistema está bajo tensión, cuando queda sometido a una constelación de fuerzas no totalmente habituales, a las que responde de manera que disminuye la desviación esperable a priori.* *El lector sabrá perdonar mi insistencia al recordar de nuevo unos pocos temas esenciales:*	mucho tratamiento	*Puede decirse, de manera muy general, que toda contaminación es una perturbación en el transporte que no ha sido asimilada por la evolución.* *El petróleo es un producto natural, que consiste en una mezcla de compuestos; hay charcos naturales de petróleo expuesto al aire, con microorganismos y larvas de insectos (el díptero efídrido Psilopa) que se alimentan de otros seres que mueren en el petróleo.*
Texto 6			*En la Introducción hemos enunciado los conceptos básicos que caracterizan a los ecosistemas. Los ríos también se organizan como ecosistemas. Por lo tanto, ¿qué esperaría Ud. encontrar en un río, según los conceptos vertidos en la introducción?* *Repetir la observación de las mismas muestras a las 24 y a las 48 horas.*		*-Oxigeno disuelto: el oxígeno es un gas fundamental para el desarrollo de procesos aeróbicos de biodegradación, ya que todos los organismos respiran. La presencia de oxígeno permite que se descomponga totalmente la materia orgánica transformándola en dióxido de carbono y agua. El dióxido de carbono, a su vez, puede ser eliminado o reutilizado por los vegetales.*

Cuadro 3.9.: Recursos sintácticos y léxicos (nivel formal).

Texto 1	Texto 2	Texto 3
Paratexto lingüístico		
títulos funcionales		
Paratexto icónico		
4 figuras 4 tablas	3 figuras 5 tablas	2 figuras 1 tabla

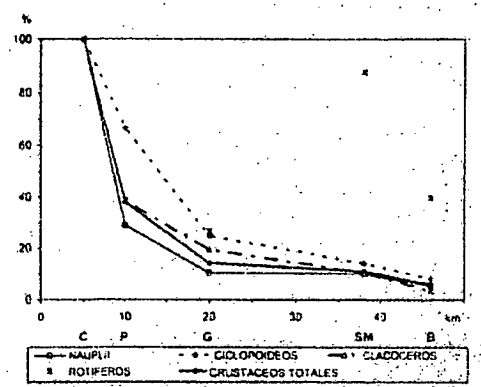


Fig. 4. Variación espacial de las densidades medias anuales de distintos grupos del zooplancton. La media anual máxima de cada grupo se consideró como el 100% para el mismo. Los sitios se ubicaron según su distancia a las nacientes. C: Cascallares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari.

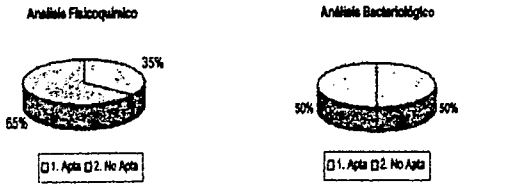
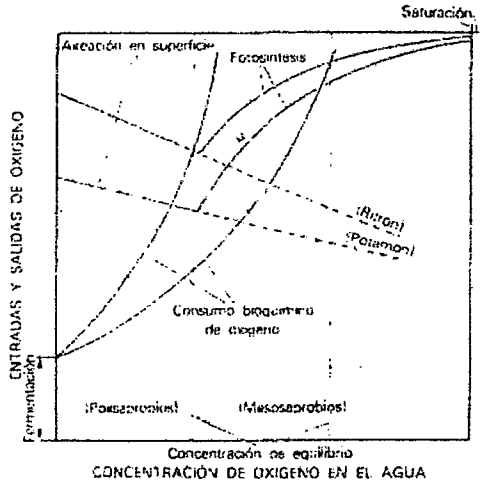
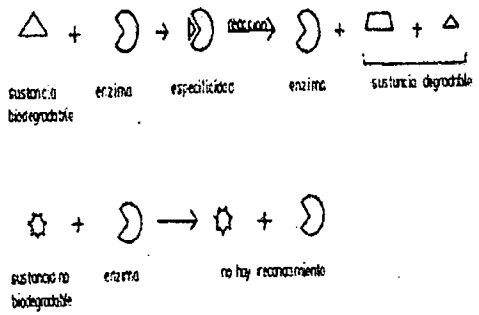
Tabla 1. Arroyo Las Catonas (octubre de 2000): Presencia de metales (ppm) en aguas superficiales, intersticiales y lixiviado de sedimentos. En aguas, ppm equivale a mg/L; en sedimentos corresponde a mg/kg.

	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
Agua superficial (sitio a)	0,375	<0,001	0,018	0,044	0,0045	0,0015
Agua superficial (sitio b)	0,715	0,009	0,044	0,376	0,0057	0,0008
Agua intersticial (sitio a)	4,2	0,011	0,14	-	0,055	0,005
Sedimentos (sitio a)	72,47	0,33	30,51	12,4	-	-
Protección vida acuática	*<0,03*	*<0,0002*	*<0,01*	*<0,02*	-	-
Actividades agropecuarias	*<0,03*	*<0,005*	*<0,05*	*<0,20*	-	-

Descripción	Cr (µg/L)	Mn (µg/L)	Fe (µg/L)	Cd (µg/L)	Cu (µg/L)	Pb (µg/L)	As (µg/L)	Profundidad (m)
El Brocho	0,9	9,8	80	0,2	15,3	6,4	6	103
Mancopa	2,0	0,7	24	nd	8,0	nd	5	107
Esc. El Cortadera!	1,7	0,4	34	nd	5,0	3,3	17	93
Flia Suárez	2,9	1,2	26	nd	3,4	1,5	9	180
Esc Reg. 19	0,8	3,4	28	nd	6,6	nd	17	163
Romera Pozo	1,1	1,9	60	nd	4,7	6,1	14	80
Mixta	4,8	1,1	14	nd	5,1	nd	5	104
Las Tusquitas	0,8	3,9	73	nd	3,6	1,6	5	87
Cañada de Vicios	0,4	0,3	33	nd	nd	nd	6	87
Cañada de Vicios	3,8	0,7	37	0,2	4,6	nd	5	123
El Mojón	3,5	2,6	9	nd	5,0	nd	5	180
Las Palmitas	3,8	1,8	12	nd	4,5	nd	12	127
Las 4 esquinas	3,9	0,6	66	nd	3,1	nd	7	180
Los Puestos	4,0	0,4	83	nd	3,3	nd	11	104
Monte Bello	1,4	0,3	15	nd	6,9	nd	2	-
San Felipe	4,0	2,1	9	nd	7,1	nd	3	104
García Fernández	0,7	0,3	22	nd	nd	nd	10	121
Los Sueldos	nd	1,8	10	nd	12,2	nd	nd	-
Las Mercedes	2,8	1,6	19	nd	5,9	nd	9	140
Los Quemados	1,8	0,6	34	nd	4,8	nd	11	85
Nueva España	2,8	6,7	21	0,7	4,8	nd	14	140
Los Gómez	3,5	1,4	69	0,2	4,6	nd	37	100
Los Romano	0,3	65,5	1	nd	4,0	nd	43	-
El Empalme	0,5	nd	-	nd	6,2	nd	11	120
Agua Dulce	3,6	nd	-	nd	8,4	nd	12	110
Orán	0,5	nd	-	nd	4,2	nd	25	140
Tusca Pozo	0,8	5,6	-	nd	3,2	nd	17	102

Tabla 1: contenido de metales pesados y profundidad de los pozos muestreados. (nd) no detecta; (-) sin determinación

Cuadro 3.10.: Paratexto lingüístico e icónico (nivel formal).

Texto 4	Texto 5	Texto 6
Paratexto lingüístico		
títulos funcionales		títulos resuntivos (que anticipan y condensan el contenido y en 6 fáticos también)
Paratexto icónico		
2 figuras 3 tablas	16 figuras 5 tablas	12 gráficos 2 tablas
 Figura 2. Resultados generales de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos efectuados en muestras de aguas subterráneas.	 Figura 18-10 *Concentración de oxígeno en las aguas corrientes, considerado como un equilibrio entre las entradas (aireación en superficie + + fotosíntesis) y el consumo bioquímico dentro del agua. Cuando hay fotosíntesis, la dependencia de la luz hace que no exista un valor fijo de equilibrio, sino fluctuaciones de ritmo diario.*	

Cuadro 3.10. (continuación): Paratexto lingüístico e icónico (nivel formal).

CONCLUSIONES

En este capítulo se han expuesto, por un lado, los principios teórico-metodológicos adoptados para el tratamiento textual y, por otro lado, se han empleado estos principios para analizar los seis textos que componen el corpus de modo de caracterizarlos y establecer semejanzas y diferencias entre ellos.

La elaboración de la tipología discursiva se basó en el modelo de múltiples niveles, que tiene en cuenta tanto los aspectos microesctructurales, relativos a la materialidad lingüística, como aquellas características que surgen de considerar los textos de manera global y en su contexto comunicativo.

La aplicación de esta tipología hizo posible postular el carácter especializado del corpus y fundamentarlo a partir de los modos en que las distintas dimensiones –situacional, funcional, semántica y formal– se manifiestan en los textos. En tal sentido, a nivel situacional, el texto especializado se puede caracterizar como el producto de una interacción comunicativa especializada, marcada institucionalmente, en la que el rol social adoptado por el destinador es el de experto y en que el destinatario puede ser más o menos especialista. Asimismo, la relación entre los interlocutores tiene su impacto no solo en el modo que adoptan las ilocuciones predominantes y subsidiarias, sino también en la perspectiva sobre el tema textual. En el nivel funcional, el texto especializado organiza la selección y la distribución de actos ilocutivos principalmente en relación con las funciones comunicativas de *informar* y de *dirigir*. Tanto la jerarquía funcional como la estructuración y realización del contenido dependen, en gran medida, de la clase textual; el corpus cuenta, en particular, con artículos de investigación y manuales. Las máximas de formulación que rigen los aspectos estilísticos de estos géneros se manifiestan, a su vez, en el nivel formal de los textos de especialidad: desde la inclusión de elementos icónicos hasta el tratamiento del léxico. En cuanto al contenido semántico, el tema y el despliegue temático de este tipo de textos se encuentran fuertemente determinados por su orientación hacia un referente que es abordado como objeto de estudio en un dominio específico de un área del conocimiento.

De la aplicación de la tipología de múltiples niveles surge, además, que los seis textos especializados que constituyen el corpus presentan diferencias en cuanto a su grado de especialización, y que estas diferencias se manifiestan a la vez que se reconocen en el modo en que se realizan los parámetros de los distintos niveles. Así, los textos 1, 2, 3 y 4, en los que la comunicación se da entre especialistas, en que prevalece la función de *dirigir* demostrando

y que evidencian las características formales del artículo de investigación, son los más especializados. El texto 5, producido con una perspectiva didáctica, por especialistas, para futuros especialistas en limnología, en que la función directiva –función subsidiaria de la informativa– se realiza como *recomendar*, es de especialización media-alta. Y, finalmente, el texto 6, si bien coincide con el 5 en que puede caracterizarse como manual, fue tipologizado como de especialización media, debido a la asimetría que presenta con un destinatario semi-especialista, así como a la presencia de secuencias directivas en las que el dirigir se plantea como *dar instrucciones*. De este modo, se concluye que los textos del corpus tienen un alto grado de especialización en la medida en que cuatro de los textos son muy especializados, uno muestra un grado medio-alto de especialización y el menos especializado de ellos es un texto de especialización media.

Por otro lado, con el objetivo de completar el análisis del contenido de los textos, se adaptó una red conceptual que se basa en un enfoque textualista. Tras analizar los "esqueletos" conceptuales subyacentes a cada texto, se construyeron estas redes, con las cuales se pudo dar cuenta de la cercanía cognitiva que existe entre los textos del corpus. En efecto, en todos ellos objetos, acciones, situaciones y acontecimientos hacen referencia a los mismos conceptos: por un lado, a agentes humanos que, mediante acciones vinculadas con la observación y el análisis, aparecen vinculados con entidades naturales localizadas en el agua, y, por otro lado, a objetos o acontecimientos –las mismas entidades naturales y su transformación–, que se relacionan siempre con la misma situación: la contaminación.

Esta proximidad conceptual, constatada entre los textos del corpus, resulta indispensable desde el punto de vista metodológico para encarar el análisis semántico de las unidades léxicas que se presenta en el capítulo siguiente. De hecho, es la garantía de que los seis textos remiten al mismo ámbito cognitivo; es decir, además de pertenecer al mismo subdominio científico, se organizan sobre la base del mismo campo conceptual. Esta constatación es crucial para abordar el tratamiento de la configuración semántica de las unidades léxicas, no solo porque le da sustento al supuesto de que la forma *bacteria*, por ejemplo, refiere al mismo objeto en los seis textos, sino también porque constituye una condición necesaria para hablar de una configuración cognitiva del dominio, tal como se hará en el capítulo 5.

CAPÍTULO 4

4. EL LÉXICO ESPECIALIZADO

En este capítulo se lleva a cabo el análisis semántico de los términos extraídos del corpus. En la primera sección (4.1.) se expone el modelo teórico adoptado para caracterizar la configuración semántica de las unidades terminológicas y en la segunda sección (4.2.) se aplica este modelo al análisis de las unidades que denotan entidades, eventos y cualidades, con el fin de estipular los significados especializados propios del dominio de la limnología. En la parte final (4.3.) se propone una organización de las unidades léxicas con valor terminológico, que surge de las conclusiones obtenidas a partir de la caracterización semántica realizada.

4.1. EL MODELO DEL LÉXICO GENERATIVO

Tal como fuera planteado al exponer el marco teórico (cfr. 1.2.3.), el modelo de Pustejovsky da cuenta del hecho de que las palabras en contexto pueden adquirir un número potencialmente infinito de significados o sentidos y, al mismo tiempo, limita la cantidad de sentidos realmente almacenados en el léxico mental. Esto se logra gracias a la postulación de un léxico generativo, conformado, por un lado, por un conjunto nuclear de sentidos con una estructura interna rica, a partir de los cuales se genera un conjunto mayor de sentidos –a medida que los ítems léxicos individuales se combinan entre sí en frases y oraciones– y, por otro lado, por recursos o mecanismos generativos, encargados de generar estos sentidos "extendidos". Por lo tanto, una unidad léxica puede caracterizarse como una metaentrada con múltiples sentidos, en la que los distintos componentes del significado léxico se delimitan y relacionan entre sí mediante mecanismos generativos que operan al actualizarse el ítem léxico en un contexto determinado. Desde esta perspectiva, la semántica de una unidad léxica puede definirse como una estructura compuesta de cuatro componentes, que contribuyen con un tipo

diferente de información al significado de una palabra: la estructura argumental (EA), la estructura eventiva (EE), la estructura de qualia (EQ) y la estructura de herencia (EH).

La estructura argumental especifica el número y tipo de argumentos lógicos y cómo se realizan sintácticamente. Pustejovsky (1995a) distingue entre argumentos verdaderos, que son los que se realizan obligatoriamente en la sintaxis (*Laura trajo caramelos*), argumentos por defecto, que pueden explicitarse o no, pero no son obligatorios (*Construyeron una casa de madera*), argumentos "sombra", que están semánticamente incorporados en la unidad léxica y, por lo tanto, solo se expresan sintácticamente bajo condiciones específicas (*Se perfumó con perfume francés*), y adjuntos verdaderos, que no están necesariamente ligados a la unidad léxica, sino que se ligan con el predicado en su conjunto (*Se van a Colonia mañana*). En la figura 4.1. se transcriben algunos de los ejemplos que pronpone Pustejovsky (1995a) para representar la estructura argumental.

Estructura argumental de *construir*	Estructura argumental de *patear*
ARG_1 = agente humano	ARG_1 = agente humano
ARG_2 = artefacto	ARG_2 = objeto físico
ARG-D = material	ARG-S = pie

Figura 4.1.: Estructura argumental.

La estructura eventiva consiste en la identificación del evento particular con el que se asocia una palabra y de su estructura eventiva. Pustejovsky (1991b, 1995a y 2000a) plantea que los subeventos se estructuran temporalmente[28] y por prominencia y, en el caso de las expresiones que denotan cambio de estado, por el tipo de oposición que presentan los predicados. Así, *construir*, por ejemplo, se compone de un primer subevento dominante, que denota un proceso, seguido temporalmente de un segundo subevento que refiere a un estado. A su vez, al tratarse de un verbo de transición, tiene como consecuencia la creación de un artefacto (P), que antes de producirse el evento no existía (¬P). En la figura 4.2. se muestran ejemplos de representaciones de la estructura eventiva basados en Pustejovsky (1995a). En *construir* se advierte la estuctura subeventiva del verbo, que se puede descomponer en un proceso y un estado resultante. En *libro* se ilustran los distintos eventos asociadios al nombre, vinculados, a su vez, con los tres argumentos que proyecta (el libro en tanto objeto físico, el libro en tanto información y el agente humano que lo escribe o lo lee).

[28] Las relaciones temporales entre eventos pueden ser de anterioridad (<), de simultaneidad (°) o de posterioridad (>).

Estructura eventiva de *construir*	Estructura eventiva de *libro*
$evento_1$ = proceso	$evento_1$ = ecribir (e_1, agente humano, libro)
$evento_2$ = estado	$evento_2$ = leer (e_2, agente humano, libro)
$e_1 < e_2$	$evento_3$ = contener (e_3, objeto físico, información)

Figura 4.2.: Estructura eventiva.

La estructura de qualia especifica los cuatro aspectos esenciales del significado de una palabra y establece las restricciones semánticas mediante las que una palabra es interpretada en una cierta lengua. Desde el punto de vista de la construcción de tipos semántico-conceptuales, los cuatro qualia –formal, constitutivo, agentivo y télico– constituyen el elemento abstracto del vocabulario que distingue tipos semánticos según los diferentes grados de complejidad, tal como ésta queda determinada por la constitución semántica interna de las unidades (Busa *et al.* 2001). Los qualia no solo estructuran el conocimiento que se tiene de las palabras sino que también sugieren interpretaciones de las palabras en contexto.

Dentro de la estructura de qualia, cada quale provee un componente distinto pero esencial para determinar el significado de una palabra. El quale formal es la referencia al tipo de concepto y el constitutivo al modo material del objeto; tanto el rol agentivo como el télico hacen referencia a eventos, pero en modos diferentes. Mientras que el agentivo identifica un conjunto de eventos individuales involucrados en el origen o la causa del objeto –distinguiendo así clases naturales de artefactos–, el télico refiere a eventos asociados a la función del objeto. Es la predicación en un contexto determinado la que determina el quale, i.e. el aspecto o sentido que se focaliza en cada caso.

En la figura 4.3. se ilustra la representación de las estructuras de qualia de *construir* y *libro* (Pustejovsky 1995a). El quale agentivo de *construir* refiere al acto agentivo que da lugar a un artefacto y el quale formal expresa el estado resultante: haya un objeto, producto del acto de construir. Por su parte, el objeto *libro* es representado como el producto de dos argumentos (información y objeto físico), en el que el quale agentivo especifica que el objeto libro surge de haber sido escrito por alguien, el quale télico explicita el hecho de que el libro es normalmente utilizado para ser leído por alguien, y el quale formal identifica la relación de contención que se establece entre el libro como objeto físico y la información contenida en él.

Estructura de qualia de *construir*	Estructura eventiva de *libro*
Q. AGENTIVO = construir (e_1, agente, artefacto)	Q. AGENTIVO = ecribir (e_1, agente humano, libro)
Q. FORMAL = existir (e_2, artefacto)	Q. TÉLICO = leer (e_2, agente humano, libro)
	Q. FORMAL = contener (e_3, objeto físico, información)

Figura 4.3.: Estructura de qualia.

Finalmente, la estructura de herencia léxica especifica cómo la palabra se relaciona globalmente con otros conceptos en el léxico; la herencia fija representa las relaciones conceptuales existentes y la herencia proyectiva opera generativamente desde la estructura de qualia de un ítem léxico con el fin de crear una estructura relacional para categorías *ad hoc*.

El modo en que se organizan las estructuras argumental, eventiva, de qualia y de herencia de una una palabra depende de los sentidos que se generan en cada contexto. Los mecanismos que operan en esta generación son la co-composición, el ligamiento selectivo y la coerción de tipo.

La co-composición surge de una relación de tipo bidireccional en la que todas las categorías gramaticales –y no solo los verbos– son consideradas como componentes activos en la frase y, por lo tanto, aportan información semántica. A partir de este mecanismo, el significado de una unidad léxica surge de la combinación con otra unidad en la frase. La co-composición es lo que permite explicar, por ejemplo, que *escribir* denote un evento de creación en (1) pero no en (2).

(1) escribió un libro de cocina macrobiótica

(2) escribieron toda la pared con aerosol

En efecto, en la estructura de qualia de *libro*, el quale agentivo, es decir el aspecto del significado que identifica el evento involucrado en el origen de la entidad denotada, contempla 'escribir' como la acción que da lugar al objeto 'libro':

(3) **libro** EQ AGENTIVO = artefacto (*escribir, libro*)

En (2), en cambio, *escribir* no se interpreta como un evento de creación, porque *pared* no contiene este evento en su origen, sino que su rol agentivo vincula al nombre con la acción de 'construir':

(4) **pared** EQ AGENTIVO = artefacto (*construir, pared*)

Otro de los mecanismos que genera significado en contexto es el ligamiento selectivo. Mediante esta operación semántica, un ítem léxico opera sobre un quale de otra unidad sin cambiar su tipo. Así, en el caso de la palabra *cuchillo*, por ejemplo, que denota un objeto concreto creado por el hombre, el contexto sintáctico puede operar sobre sus distintos modos de ser, esto es, sobre sus qualia.

(5) un cuchillo de acero inoxidable

(6) un cuchillo grande

(7) un buen cuchillo

(8) un cuchillo chino

En (5), el complemento preposicional *de acero inoxidable* refiere al modo material del objeto, es decir, al quale constitutivo; en (6), en cambio, el adjetivo *grande* liga el rol formal al predicar acerca del tamaño de la entidad. En (7) el quale ligado es el télico, puesto que el adjetivo hace referencia a la función del objeto denotado, y (8) es un ejemplo de cómo una predicación –en este caso el adjetivo *chino*– puede referir al quale agentivo, de modo que la frase se interpreta como 'un cuchillo hecho por chinos'.

Pustejovsky plantea que todas las palabras presentan cierto grado de subespecificación, o sea, que se comportan en cierta medida como unidades semánticamente livianas, y que esto es esencial en el proceso de composición mediante el cual el significado se termina de completar en contexto (Pustejovsky 1998a: 327). En efecto, en el corpus trabajado, la unidad léxica *organismo*, por ejemplo, activa el sentido de objeto físico natural y puede actualizar sentidos surgidos de una mayor especificación del rol formal (como en 9) o del constitutivo (como en 10).

(9) organismos microscópicos

(10) organismos que integran el medio acuático

El tercero de los mecanismos de generación opera cuando el entorno sintáctico "fuerza" la modificación del tipo semántico. Este proceso, al que Pustejovsky llama "coerción de tipo"[29], es el involucrado en la conocida alternancia en el carácter continuo o discontinuo de ciertas formas nominales (cfr. Bosque 1999):

(11) a. tomar café
b. tomar un café

(12) a. comer un pollo
b. comer un poco de pollo

Así, en (11b) el nombre continuo *café* recibe una interpretación discontinua –'una taza de café'– en virtud del cuantificador *un*. En (12b), por su parte, se da la transformación inversa: *pollo* se interpreta, en tanto nombre continuo, como la sustancia comestible de la que está hecho el animal.

[29] Esta noción, denominada *type coercion* en inglés puede encontrarse en la bibliografía también como *type shifting* (cambio de tipo).

Al proponer la coerción como un mecanismo generativo, Pustejovsky profundiza en este tipo de procedimientos, extendiendo su alcance. Define, pues, la coerción de tipo como una operación semántica que convierte una expresión al tipo esperado por la función gobernante, y postula diversas clases de coerción según el tipo de modificación que el contexto opera en la unidad coercionada (Pustejovsky 2001). Así, si se considera que el léxico se organiza conceptualmente en tres dominios básicos –entidades, eventos y cualidades–, subtipificados según dos rangos –natural o funcional–, la coerción puede influir tanto en el nivel del dominio como del rango.

(13) empezar el libro

(14) disfrutar las flores

(15) arrojar una piedra

(16) una buena piedra

En (13) y (14), por ejemplo, los verbos *empezar* y *disfrutar* influyen en el nivel del dominio al coercionar una interpretación de evento para las entidades *libro* y *flores*. En (13) *empezar el libro* se interpreta como *empezar a leer o escribir el libro*, y en (14), *disfrutar las flores* puede entenderse como *disfrutar oliendo o mirando las flores*.

En (15) y (16), en cambio, el contexto no altera el dominio de *piedra*, pero sí genera sentidos que modifican su rango de natural a funcional; en ambos casos el contexto impone un quale télico al nombre. En (15), la predicación *arrojar* genera una descripción que ubica a la entidad en el rango funcional: al ser arrojada, la piedra es utilizada por alguien como un instrumento, y en (16) la predicación evaluativa *buena* supone el uso de la piedra con algún fin (que, en este caso, es juzgado como bueno).

A continuación se verá cómo estos mecanismos operan activando el valor terminológico de las unidades léxicas del corpus textual. En efecto, el análisis, en el marco del modelo del Léxico Generativo, pone de manifiesto que este valor terminológico es reconocible y se puede relevar a partir de elementos contextuales que son, precisamente, los que intervienen en su generación.

4.2. El léxico especializado en limnología

Una vez realizada la primera caracterización semántica de las unidades léxicas evaluadas como términos por los especialistas consultados (cfr. puntos 3 a 5 del *Apéndice del capítulo 2*) y tras analizar las concordancias textuales de cada una de estas unidades, se seleccionaron

cinco grupos principales que responden a los tipos conceptuales predominantes: las entidades naturales (*alga, oxígeno*), los eventos naturales (*sedimentación, degradar*) y funcionales (*recuento, muestrear*) y las cualidades naturales (*ácido, dureza*) y funcionales (*tolerancia, tóxico*) (cfr. 1. en el *Apéndice del capítulo 4*).

Tras analizar estos cinco grupos de unidades léxicas, en contexto, en el marco del modelo del Léxico Generativo, se obtuvo como resultado la configuración de los significados especializados que se activan en el contexto del corpus, que son, básicamente 'contenedor', 'contenido' e 'indicador'.

El significado especializado de 'contenedor' y su contrapartida evidente, el de 'contenido', se generan por ligamiento selectivo, en unidades léxicas del tipo *agua, sedimento, río*. Por otro lado, el significado 'indicador' se genera por coerción de tipo en los nombres, los verbos y los adjetivos que denotan entidades, eventos y cualidades naturales, con lo cual éstos son reinterpretados como del tipo funcional en virtud de la imposición de qualia télicos introducidos por predicaciones que suponen la intervención de un agente humano.

4.2.1. Entidades

De un análisis semántico de las unidades léxicas especializadas extraídas del corpus surge, como primera conclusión evidente, que la mayoría son nombres que denotan entidades naturales[30]. El hecho de que en el dominio de la limnología predominen los nombres de clase natural no es de extrañar si se tiene en cuenta no solo que la categoría nominal es la más frecuente en el discurso científico (dado su carácter referencial) sino también que el objeto de estudio de esta disciplina es, precisamente, el agua en tanto ambiente físico de la naturaleza. Sin embargo, las propiedades de los nombres de clase natural se complejizan en las unidades léxicas empleadas en los textos de especialidad analizados, de tal modo que es posible distinguir tres clases de entidades naturales según su valor terminológico: las entidades contenedoras, las entidades contenidas y, como un subconjunto dentro de éstas, las entidades indicadoras.

[30] Desde el punto de vista morfológico, los nombres del corpus comprenden formas simples (*metal*), derivadas (*nutriente*), compuestos (*microorganismo, acuífero*) y préstamos del latín y del griego (*Escherichia, Euglenophyceae*).

4.2.1.1. Entidades contenedoras

Las unidades léxicas que activan el significado especializado de 'entidad contenedora' son *acuífero*, *agua*, *ambiente*, *arroyo*, *río* y *sedimento* (véase su frecuencia de aparición en los textos en 2.a) del *Apéndice del capítulo 4*). Se presenta en detalle el caso de *agua* –la unidad léxica con mayor número de apariciones dentro de este grupo– puesto que los otros nombres se comportan de manera análoga[31].

Los contextos que activan el significado de *agua* como entidad contenedora pueden organizarse en cuatro grupos, según la categoría sintáctica de las unidades que intervienen en el mecanismo de ligamiento selectivo por el cual se genera este significado: contextos preposicionales, verbales, adjetivales y adverbiales. Los primeros –encabezados por la preposición *en*– y los segundos –representados típicamente por el verbo *contener*– son mucho más frecuentes que los otros dos.

Así pues, la información relevada del corpus muestra que el significado 'contenedor' es activado, por un lado, en contextos en que el nombre *agua* forma parte de frases preposicionales que tienen como núcleo *en*, *de* y *dentro de* (cfr. cuadro 4.1.) y, por otro lado, en contextos en que *agua* es modificado por frases encabezadas por la preposición *con*, los adjetivos *rico* y *pobre*, el pronombre adverbial *donde* y los adverbios *arriba* y *abajo*[32] (cfr. cuadro 4.2.). Este significado también se genera cuando el nombre es sujeto de los verbos *contener*, *tener*, *presentar* y *recibir*; cuando es objeto afectado de los verbos *infiltrar* y *alcanzar*, y cuando cumple el rol de meta de *añadir*, *dar* y *eliminar* (cfr. cuadro 4.3.).

[31] De las 348 ocurrencias de *agua* en el corpus, más de la mitad (199 casos) activan el significado 'entidad contenedora'.

[32] No nos detendremos aquí en la discusión acerca de la clasificación categorial de *arriba* y *abajo* en este tipo de construcciones, que han sido consideradas preposiciones pospuestas por algunos autores y adverbios preposicionales por otros (cfr. Di Tullio 2005:208-211).

X EN *agua*
Las concentraciones de metales disueltos encontradas **en** el agua... (Texto 1)
El objetivo del trabajo es estudiar la distribución de metales pesados **en** aguas superficiales... (Texto 2)
El Fe es el metal pesado más abundante **en** estas aguas. (Texto 3)
El presente trabajo muestra el relevamiento realizado **en** aguas de pozo en la ciudad de Rafaela (Santa Fe). (Texto 4)
Ordinariamente la concentración de los diversos materiales **en** el agua se relaciona con la intensidad del flujo. (Texto 5)
La presencia de esta especie **en** un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana. (Texto 6)
agua CON X
...la ingesta prolongada de agua **con** elevados contenidos de As. (Texto 3)
La introducción de agua **con** materia orgánica en acuíferos subterráneos... (Texto 5)
DENTRO DE *agua*
...la mezcla de los distintos elementos que reaccionan **dentro del** agua... (Texto 5)
DE *agua*
Lo ideal es que los materiales sólidos **del** agua queden en forma de barros estables... (Texto 5)
Con las cepas multirresistentes (tolerantes) aisladas a partir **de** las aguas superficiales e intersticiales... (Texto 2)

Cuadro 4.1.: Ejemplos de los contextos preposicionales que activan el significado de 'contenedor'.

... aguas muy **ricas** en materia orgánica... (Texto 5)	Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad aumentaron aguas **abajo**... (Texto 1)
... aguas bien oxigenadas pero **pobres** en minerales... (Texto 6)	...sus larvas son arrastradas aguas **abajo** y penetran en la llanura de inundación, aguas **arriba**... (Texto 6)
	...aguas **donde** proliferan estos organismos. (Texto 6)

Cuadro 4.2.: Ejemplos de los contextos adjetivales y adverbiales que activan el significado de 'contenedor'.

agua CONTENER / TENER / PRESENTAR / RECIBIR X
Todas las aguas **contienen** en solución cierta fracción de hidrocarburos, procedentes de la actividad y descomposición de los organismos. (Texto 5)
... se trata en parte de arcillas de decantación lenta y en parte de humus disuelto que **tiene** el agua. (Texto 6)
... las aguas intersticiales **presentan** concentraciones de metales aproximadamente un orden mayores que las superficiales. (Texto 2)
Las aguas corrientes **reciben** normalmente materia orgánica de los ecosistemas terrestres circundantes.... (Texto 5)
X INFILTRAR / ALCANZAR A *agua*
...el agua que era retenida e **infiltrada** por la vegetación escurre libremente al río. (Texto 6)
Es muy elevado el número de compuestos orgánicos usados intencionadamente como biocidas o no, que **alcanzan** las aguas epicontinentales. (Texto 5)
AÑADIR / DAR / ELIMINAR X A *agua*
Al final suele **añadirse** cloro **al** agua como bactericida... (Texto 5)
...sustancias que a veces **dan** sabor desagradable **al** agua... (Texto 5)
Investigando se descubrió que una usina de plásticos cercana había **eliminado** ese metal pesado **al** agua. (Texto 6)

Cuadro 4.3.: Ejemplos de los contextos verbales que activan el significado de 'contenedor'.

Los datos relevados de las concordancias textuales permiten postular la siguiente estructura semántica, en la que se representa la configuración del significado de 'agua como contenedor', generado en el corpus de análisis mediante ligamiento selectivo del quale constitutivo

(17) *agua*
EA ARG = y : *agua*
ARG-S = x : contenido
EE e_1 : *existir*
e_2 : *contener*
EQ AGENTIVO = entidad natural (e_1, y)
CONSTITUTIVO = contenedor (e_2, y, x)
EH → contenedor

En el paradigma léxico conceptual de *agua* presentado en (17) se puede observar cómo la estructura argumental consta de dos argumentos: el elemento contenedor (y) y la entidad contenida (x). Este segundo argumento, que en el léxico común se interpreta como un adjunto verdadero ("y con x"), deviene, en el contexto de la limnología, un argumento sombra, dado que se encuentra semánticamente incorporado a *agua* (así como a los otros nombres que designan entidades contenedoras). La estructura eventiva, por su parte, se compone de dos eventos de estado: e_1, el evento de existir, que se asocia a *agua* en tanto ésta es una entidad

natural no creada por el hombre, y e_2, el evento de contener, que vincula los argumentos *x* e *y* –cuyas realizaciones sintácticas se observan en los contextos ilustrados más arriba. En cuanto a la estructura de qualia, el tipo conceptual 'entidad natural' surge de la asociación del evento de existir (e_1) con el nombre *agua* (*y*) en el quale agentivo. Asimismo, la vinculación de esta entidad natural (*y*) con las entidades contenidas (*x*) mediante el evento de contener (e_2) se pone de manifiesto en el quale constitutivo, a partir del cual el nombre es caracterizado como un contenedor.

Así es cómo, por ejemplo, la predicación del nombre *agua* mediante el complemento *con materia orgánica* en "La introducción de agua con materia orgánica en acuíferos subterráneos..." (cuadro 4.1. *supra*) le impone al nombre una especificación de su quale constitutivo, a partir de la cual el agua es interpretada como una sustancia contenedora de materia orgánica. Estos dos argumentos (*agua* y *materia orgánica*) se vinculan entre sí mediante el evento de contener, realizado en este caso por la preposición *con*.

Finalmente, en cuanto a la estructura de herencia, la activación del sentido 'contenedor' especifica cómo la palabra se relaciona globalmente con las unidades léxicas conceptualmente relacionadas con *agua* en este dominio. Esta unidad se relaciona, por un lado, con *acuífero, ambiente, arroyo, río* y *sedimento*, que activan el mismo sentido, y por otro lado, con las unidades léxicas que denotan las entidades contenidas.

Dentro del dominio de la ecología, el concepto 'agua' forma parte de una taxonomía en la que *ambiente* es el hiperónimo (de hecho, el agua, el suelo y el aire son tipos de ambiente). A su vez, *agua* y *sedimento* son co-merónimos de *agua* en tanto *acuífero*, ya que ambos son parte de éste. Asimismo, *río* y *arroyo* son tipos de *acuífero* y, por lo tanto, sus hipónimos.

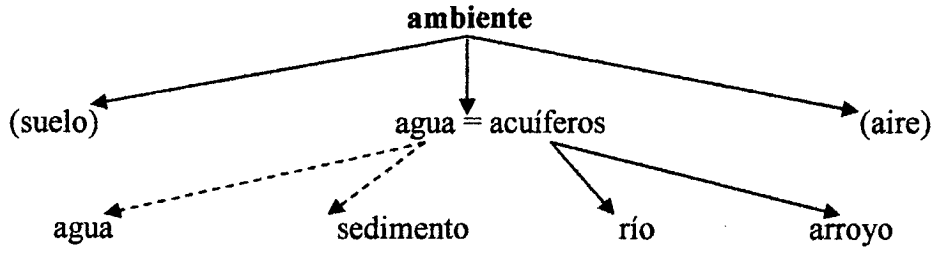


Figura 4.4.: Estructura de herencia de las entidades contenedoras (hiperonimia: ⟶ ; meronimia: ⇢).

Los ejemplos (18-22) permiten apreciar cómo, en el contexto analizado, estas unidades léxicas conceptualmente relacionadas con *agua* activan, al igual que ésta, el significado de 'contenedor' mediante el ligamiento selectivo del quale constitutivo (ver 17 *supra*).

(18) ...los datos obtenidos en este trabajo revelan concentraciones elevadas de As **en** acuíferos profundos... (Texto 3)

(19) La *Pseudomona aeruginosa* crece **en** cualquier ambiente, con requerimientos nutricionales mínimos... (Texto 4)

(20) ...evaluar los niveles de concentración total de metales **en** el arroyo... (Texto 2)

(21) Existen mecanismos naturales de autodepuración que permiten que los organismos muertos que se encuentran **en** el río sean descompuestos hasta llegar a sus elementos constituyentes. (Texto 6)

(22) ...en cuya fecha se encontraban muchas Synedra, frecuentemente anormales, **en** el sedimento. (Texto 5)

En (18) la entidad contenedora es *acuíferos*, en (19), *ambiente*, en (20), *arroyo*, en (21), *río* y en (22) el significado 'contenedor' se activa en *sedimento*. En todos los casos, el quale constitutivo es introducido por la preposición *en*.

4.2.1.2. Entidades contenidas

Los mismos contextos sintácticos que activan el sentido de 'contenedor' generan el sentido complementario, es decir, 'contenido'. Las unidades léxicas con este significado en el corpus son *alga, amonio, arsénico, bacillariophyceae, bacteria, cadmio, calcio, chlorophyceae, cloruro, cobre, cromo, cyanophyceae, elemento, escherichia, euglenophyceae, fenol, fitoplancton, fósforo, género, grupo, hierro, individuo, larvas, magnesio, materia, material, metal, microorganismo, mineral, nitrato, nitrito, nitrógeno, nutrimento, oxígeno, pH, plancton, plomo, pseudomona, sistema, sulfato, sustancia, zinc* y *zooplancton* (véase su frecuencia de aparición en los textos en 2.b) del *Apéndice del capítulo 4*).

En (23-28) se presentan ejemplos que muestran cómo los mismos contextos activadores del significado 'contenedor', presentados en los cuadros 4.1. a 4.3., activan el significado 'entidad contenida'.

(23) **En** agua filtrada (0,45 μm de abertura de poro) se evaluaron por colorimetría amonio, nitritos, nitratos, ortofosfatos, cloruros y fenoles. (Texto 1)

(24) Los metales seleccionados fueron Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cromo (Cr), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Arsénico (As). Los dos primeros son elementos muy comunes **en** los sedimentos de la cuenca, y se encuentran en general en forma de óxidos y oxohidróxidos que forman pátinas alrededor de los granos del sedimento. (Texto 3)

(25) **En** las aguas naturales se encuentran otros compuestos relativamente sencillos, como amoniaco, cianuro y fenoles, procedentes en parte de desagües industriales y que tienen toxicidad considerable. (Texto 5)

(26) El fósforo total **del** río Luján aumentó en una proporción semejante a los ortofosfatos **del** Reconquista y el nitrógeno total aumentó en proporción similar **a lo largo de** ambos ríos. (Texto 1)

(27) En general, **a lo largo de** este río, las Cyanophyceae se encuentran asociadas, durante todo el año, con Bacillariophyceae y Chlorophyceae, lo que señala una condición de moderada contaminación salvo en períodos estivales. (Texto 1)

(28) La proporción en abundancia de las clases algales difirió de la presentada típicamente **en** ríos de zonas templadas, **donde** la dominancia se alterna durante el ciclo anual entre Bacillariophyceae y Chlorophyceae, con bajos niveles de Cyanophyceae. (Texto 1)

En (23), (24) y (25) aparecen como sujetos nombres de metales como *amonio*, *nitritos*, *nitratos*, *cloruros*, *fenoles*,y *hierro* y los predicados incluyen adjuntos locativos realizados como frases preposicionales encabezadas por *en*, lo cual explica su interpretación como entidades contenidas en el agua y el sedimento. En (26) la entidad natural *fósforo* se actualiza como una entidad contenida en el río, mediante la frase preposicional *del río Luján.* En (26) y (27) la idea de contención vinculada con *nitrógeno* y *Cyanophyceae* es realizada, también, por las frases preposicionales encabezadas por a *lo largo de* (*a lo largo de ambos ríos*, *a lo largo de este río*) y en (28) la frase preposicional con *en* (*en ríos de zonas templadas*) es reforzada por medio de una cláusula relativa encabezada por el pronombre *donde*.

A partir del análisis realizado se puede, entonces, postular la siguiente estructura semántica para los nombres de clase natural que denotan entidades contenidas:

(29) **entidades contenidas**
EA ARG = x : contenido (*alga*, *bacteria*, *cadmio*, etc.)
ARG-S = y : contenedor (*acuífero*, *agua*, etc.)
EE e_1 : *existir*
e_2 : *estar en*
EQ AGENTIVO = entidad natural (e_1, x)
CONSTITUTIVO = contenido (e_2, y, x)

En el paradigma léxico conceptual de (29) se puede observar cómo, al igual que para las sustancias contenedoras (cfr. 17 *supra*), la estructura argumental de estos nombres consta de dos argumentos: la entidad contenida (x) y el elemento contenedor (y). En forma paralela a lo que ocurre con los contenedores, el segundo argumento, que en el léxico común se interpreta como un adjunto verdadero ("x en y"), deviene, en el contexto de la limnología, un argumento sombra, dado que se encuentra semánticamente incorporado a los nombres que designan entidades contenidas. En la estructura eventiva se mantienen ambos eventos, el de existencia, e_1, que estos nombres proyectan en tanto denotan entidades de clase natural, y e_2, el evento 'contener', que en el caso de las entidades contenidas se interpreta como 'estar en'.

En la estructura de qualia, se pone de manifiesto cómo la asociación de estas entidades naturales (x) con las entidades contenedoras (y) mediante el evento 'estar en' (e_2) impacta en el quale constitutivo, a partir del cual el nombre es caracterizado como 'contenido'.

A continuación se presentan otros ejemplos que, si bien no reproducen los mismos patrones presentados en los cuadros 4.1. a 4.3., activan también el significado 'entidad contenida', por medio de diversas combinaciones categoriales y sintácticas.

(30) Los procesos de adsorción y la formación de complejos en medios naturales son responsables de que la mayor parte de los vestigios de metales pesados se acumulen en los sólidos en suspensión, **incorporándose** rápidamente **a** los sedimentos, donde se presentan los mayores niveles de concentración de estos contaminantes. (Texto 2)

(31) Hallaron, como era esperable, una fuerte presencia de Cyanofitas y Euglenofitas **en** la muy contaminada desembocadura del Reconquista. (Texto 6)

(32) Si no hay separación avanzada del fósforo, la **falta** de nitrógeno favorece selectivamente a las cianoficeas. La composición biológicamente equilibrada del agua a depurar facilita el proceso, y se puede conseguir mezclando distintos vertidos en las proporciones apropiadas. (Texto 5)

(33) La penetración de oxígeno en un punto es función del **déficit** de oxígeno en el agua, de la velocidad del agua y de su profundidad. (Texto 5)

(34) Sin embargo, los ejemplos más o menos bien estudiados, como son los sedimentos de los ríos europeos, no muestran gran regularidad. Simplemente manifiestan el **enriquecimiento** en metales de las áreas industrializadas. (Texto 5)

(35) La transformación de materia orgánica en inorgánica reutilizable la realizan las bacterias y hongos **acuáticos**, organismos invisibles muy numerosos que, a pesar de ser microscópicos, realizan una valiosísima labor. (Texto 6)

(36) Se reconoce la presencia de dichas moléculas orgánicas en los organismos **acuáticos**, pero apenas hay ejemplos de cambios experimentados por las comunidades naturales que se puedan atribuir indiscutiblemente a sus efectos. (Texto 5)

En (30) se ilustra un caso con el verbo *incorporarse*, que sigue el mismo patrón que *añadir* (cuadro 4.3.), en el sentido que implica un locativo como argumento por defecto. En (31) se encuentra una frase preposicional que liga el quale constitutivo de *desembocadura*, revelando la relación conceptual de este nombre con los otros nombres analizados como contenedores, en este caso se interpreta como otro merónimo de *acuífero* (al igual que *agua* y *sedimento*). En (32) y (33) aparecen dos contextos menos frecuentes[33], que activan los significados 'contenedor-contenido': los nombres *falta* y *déficit*, que presuponen, justamente porque la niegan, la existencia previa de un elemento. En (34), la estructura "los sedimentos manifiestan enriquecimiento en metales" constituye una paráfrasis de "sedimentos ricos en metales", con lo que *enriquecimiento*, en tanto nominalización de *enriquecer*, actúa introduciendo la interpretación de contención. Finalmente, en (35) y (36), el adjetivo relacional clasificativo *acuático* está cumpliendo una función de adjunto locativo (Demonte 1999) y, como tal, constituye el contexto activador del carácter de 'entidad contenida' en el agua para los nombres *bacteria*, *hongo* y *organismo*, puesto que la raíz etimológica del adjetivo remite a la sustancia contenedora.

De los datos analizados en 4.2.1.1. y 4.2.1.2. se puede concluir que en el dominio de la limnología se presentan una serie de contextos sintácticos que generan los significados especializados 'contenedor' y 'contenido' a partir del ligamiento selectivo del quale constitutivo de nombres que denotan entidades naturales. De este modo, un grupo de nombres (*acuífero, agua, arroyo*, etc.) activa el sentido de 'contenedor', sin dejar de activar el de 'natural', que les es propio. Por ello, su estructura eventiva se encuentra conformada por 'existir'(asociada al nombre en tanto entidad natural) y 'contener' (que liga al nombre con un argumento por defecto, que es la entidad contenida). El mismo conjunto de contextos es responsable de la generación del significado complementario, el de 'contenido', que se activa en una serie de nombres de clase natural (*alga, bacteria, oxígeno*, etc.) que se vinculan con los que denotan contenedores mediante el evento de 'contener', impuesto por los contextos expuestos más arriba (cfr. capítulo 6 *infra*).

[33] 11 apariciones en todo el corpus.

4.2.1.3. Entidades indicadoras

El significado 'indicador' se activa en los siguientes nombres, que denotan entidades de clase natural: *alga, amonio, arsénico, bacillariophyceae, bacteria, cadmio, chlorella, chlorophyceae, ciclopoideos, cladoceros, cloruro, cobre, cromo, cyanophyceae, diatomeas, elemento, escherichia, euglenophyceae, fenol, fitoplancton, fósforo, género, grupo, hierro, individuo, magnesio, materia, material, metal, nitrato, nitrito, nitrógeno, nutriente, nutrimento, oxígeno, pH, plancton, plomo, pseudomona, rotíferos, sulfato, sustancia, zinc, zooplancton* (véase su frecuencia de aparición en los textos en 2.c) del *Apéndice del capítulo 4*). Un ejemplo en contexto puede verse en (37).

(37) Cr, Cd, Cu y Pb fueron seleccionados como indicadores de contaminación ya que estos elementos suelen estar asociados a los efluentes de muchas industrias. (Texto 3)

El significado 'indicador', que en el ejemplo (37) aparece de manera explícita, en relación con los nombres *cromo, cadmio, cobre* y *plomo*, constituye un valor terminológico generado en el dominio de la limnología mediante el mecanismo de coerción de tipo. A su vez, este significado se activa en nombres que denotan entidades contenidas en el agua. Así, en (38) se puede advertir que la entidad indicadora *alga* puede interpretarse como una entidad contenida en el agua, a partir del mecanismo de ligamiento selectivo del rol constitutivo, generado por la frase preposicional "en varios tramos del Río Reconquista y del río Luján".

(38) Se utilizaron censos de algas **en** varios tramos del Río Reconquista y del río Luján: en el primer trabajo se reproducen listas de algas, cada una de las cuales indica un determinado tipo de contaminación; por ej., *Oscillatoria sp.* (*Cyanophyceae*) indica contaminación con cobre. (Texto 4)

Ahora bien, el indicador es una entidad que no solo se encuentra en el agua sino también una entidad que tiene un comportamiento típico en el agua. Esto se advierte claramente en (39), en que el significado de 'entidad contenida' es activado en *bacterias* y *hongos* mediante el adjetivo *acuático* y la predicación *realizar una transformación* describe una actividad típica de estas entidades en el agua[34]. De este modo, muchas de las concordancias extraidas del corpus consisten en proposiciones naturales, esto es, porposiciones construidas a partir de la

[34] En la estructura de qualia extendida se distinguen tres subtipos del rol télico: el télico directo, en el que la entidad definida es el objeto de la actividad especificada en el télico; el propósito, ligado principalmente a formas verbales, y el télico indirecto, que discierne si la entidad es un instrumento, un nombre agentivo o si el evento del télico constituye una actividad típica de la entidad (Busa *et al.* 2001: 40).

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección

combinación de palabras que denotan entidades naturales (*bacterias, hongos*) con expresiones que denotan eventos naturales (*transformación*) (véase 39).

(39) La **transformación** de materia orgánica en inorgánica reutilizable la realizan las bacterias y hongos **acuáticos**, organismos invisibles muy numerosos que, a pesar de ser microscópicos, realizan una valiosísima labor. (Texto 6)

Las proposiciones naturales, en que los nombres que denotan entidades naturales contenidas en el agua se asocian a eventos naturales (como 'transformar materia orgánica en inorgánica'), dan lugar al ligamiento selectivo del quale télico, sin modificación alguna ni del dominio ni del rango de estos nombres. Por ello es que en (39) *bacterias* y *hongos* son interpretados como 'entidades naturales contenidas en el agua'. En los casos ilustrados en (40-43), en cambio, se trascribe una serie de contextos en los que sí se produce una alteración del rango de la unidad léxica:

(40) Para evaluar el estado sanitario de las aguas se realizó el recuento de bacterias indicadoras (grupo coliforme) en Agar Chromocult. (Texto 2)

(41) Cuando se busca medir la contaminación por desechos cloacales se hacen censos de bacterias coliformes al microscopio. (Texto 6)

(42) Los dos componentes más estudiados son el oxígeno y la materia orgánica. (Texto 5)

(43) La determinación del oxígeno disuelto... (Texto 6)

En estos ejemplos *bacteria, oxígeno* y *materia orgánica* se interpretan como pacientes[35] de predicaciones intencionales, realizadas sea como verbos (*realizar el recuento, hacer censos, estudiar*) sea como nombres deverbales (*determinación*). De este modo la entidad designada por el nombre deviene objeto de análisis de un agente humano, a partir de lo cual se introduce una descripción funcional que impacta en el quale télico (cfr. 44).

(44) QUALE TÉLICO en (40-43) = (*realizar el recuento, algas*)
(*hacer censos, bacterias*)
(*estudiar, materia*)
(*determinación, oxígeno*)

En (45-49) se muestran otros ejemplos en los que el contexto coerciona un quale télico, en estos casos, mediante expresiones con carga evaluativa, vinculadas con la cuantificación.

(45) Además se observa un notable incremento del numero de bacterias entre los sitios a) y b). (Texto 2)

[35] Cfr. Frawley 1992.

(46) La disminución de nitritos y nitratos evidenciada luego de su aumento en Paso del Rey y Gorriti probablemente se deba a la fuerte declinación del oxígeno disuelto. (Texto 1)

(47) El aumento del fitoplancton total hacia San Martín pudo deberse al aumento de nutrimentos, en particular de amonio y ortofosfatos. (Texto 1)

(48) En las curvas correspondientes al cadmio, se observa una clara disminución de metal en el sobrenadante, mientras que se incrementa el cadmio en las células cultivadas en presencia de metal. (Texto 2)

(49) El Fe es el metal pesado más abundante en estas aguas. (Texto 3)

En estos contextos, la interpretación funcional de *bacterias, nitritos, nitratos, nutrimentos, metal, cadmio* y *hierro* se encuentra coercionada por predicaciones evaluativas impuestas por nombres deverbales (*incremento, declinación, aumento, disminución*) o adjetivos (*abundante*), que introducen una cuantificación de las entidades designadas por los nombres. En estos casos – a diferencia de los presentado en (40-43)– el evento 'analizar', que queda implícito, se infiere de la cuantificación evalutaiva, necesariamente realizada por un agente humano (el especialista) (cfr. 50).

(50) QUALE TÉLICO en (45-49) = (*incremento, bacterias*)
(*declinación,oxígeno*)
(*aumento, nutrimentos*)
(*disminución, metal*)
(*abundante, hierro*)

Así pues, del análisis de las concordancias en los textos del corpus surge que en limnología una serie de objetos naturales son empleados por el especialista para diagnosticar el grado de contaminación de un curso de agua, y que este carácter instrumental que adquieren ciertas sustancias se refleja en la estructura semántica de los nombres que las designan, que, como 'entidades indicadoras', activan un rango funcional.

(51) **entidades indicadoras**
EA ARG = x : indicador (*alga, bacteria, metal*, ...)
ARG-S = y : contenedor (*agua, sedimento*,...)
ARG = z : agente humano
EE e_1 : existir
e_2 : estar en
e_3 : transformarse
e_4 : analizar
e_5 : evaluar
$((e_1 \circ_\alpha e_2 \circ_\alpha e_3) <_\alpha e_4) <_\alpha e_5$
EQ AGENTIVO = entidad natural (e_1, x)
CONSTITUTIVO = contenido (e_2, x, y)
TÉLICO = instrumento natural (e_4 (z, (e_2, x, y) $<_\alpha$ e_5 (z, (e_2, x, y))

En la representación de (51) se advierte que, en tanto 'entidades indicadoras', estos nombres proyectan tres argumentos: *x*, la sustancia indicadora (que es también sustancia contenida); *y*, la sustancia contenedora, y *z*, el agente humano. En la estructura eventiva aparecen representados los eventos que vinculan estos tres argumentos en los textos, así como su organización temporal: los eventos naturales 'existir' (e_1), 'contener' (e_2) y 'transformarse' (e_3) –que entre sí mantienen una relación de simultaneidad ($°_\alpha$)–, preceden ($<_\alpha$) al evento intencional 'analizar' (e_4) y todos ellos, a su vez, preceden a las predicaciones evaluativas, que aquí se subsumen en la etiqueta 'evaluar' (e_5). En otras palabras, en limnología, un indicador de contaminación es una entidad natural, presente en el agua, cuyas transformaciones son analizadas por el limnólogo para luego ser evaluadas.

Por otro lado, en la estructura de qualia, se ponen de manifiesto las relaciones entre argumentos y eventos. El quale agentivo estipula el tipo conceptual natural de la unidad analizada, explicando así su asociación al evento de *existir*, que marca la falta de intencionalidad que distingue a este tipo de nombres de la clase de los artefactos. El quale constitutivo, por su parte, muestra el significado de 'entidad contenida' que estos nombres adquieren por ligamiento selectivo en contextos preposicionales y verbales específicos (cfr. 29 *supra*) y que permiten su relación con los nombres que denotan sustancias contenedoras (cfr. 17 *supra*). Finalmente, el quale télico surge por el mecanismo de coerción, ejercido por predicaciones que suponen un agente humano, en contextos en que las unidades léxicas que denotan entidades naturales contenidas en el agua toman el rol temático de paciente. Esto ocurre tanto en predicaciones intencionales del tipo 'analizar'[36] (*determinar*, *estudiar*, etc.) como en las predicaciones evaluativas (*abundante*, *disminución*, etc.), en las que la acción de analizar queda presupuesta (cfr. cuadros 4.4. y 4.5. *infra*). En estos casos, la introducción del quale télico coerciona un subtipo diferente de concepto, pero no cambia su tipo, de modo tal que el nombre es interpretado como un instrumento natural[37].

[36] Se trata de verbos que denotan indagación o análisis (Bosque 2004).

[37] En Pustejovsky (2001) se ejemplifica este tipo de coerción con *hervir agua* y *tomar agua*. En ambos casos la predicación modifica el subtipo conceptual (rango) sin cambiar el tipo (dominio). En los ejemplos citados, 'agua' sigue siendo una entidad, pero adquiere un valor intencional, introducido por un quale agentivo en *hervir agua* y uno télico en *tomar agua*. Para el resultado de este segundo tipo de coerción hemos elegido la denominación de "instrumento natural", de manera análoga a la de "artefacto natural", propuesta por Pustejovsky para el primer caso.

4.2.2. Eventos

Entre las unidades léxicas marcadas por los especialistas como términos, aquellas que denotan eventos son *concentrar, concentración, consumir, consumo, (bio)degradar, (bio)degradación, (auto)depurar, (auto)depuración, descomponer, descomposición, desnitrificación, determinar, determinación, diluir, dilución, fertilizar, fertilización, floración, medir, medición, mineralización, muestrear, muestreo, oxidación, precipitar, precipitación, recuento, saneamiento, sedimentar, sedimentación, solución, suspensión, titulación, tratar, tratamiento* y *vertido*[38].

Tanto las máximas de formulación propias del tipo textual, que postulan recursos tendientes a la desagentivización (cfr. 3.2.4.), como el hecho de que las acciones referidas en los textos se vinculan predominantemente con sujetos no humanos (por ejemplo, *sedimentación*) explican que, en su mayoría, los eventos del corpus se encuentren en forma de nombres – principalmente deverbales. De hecho, los pocos eventos que suelen expresarse mediante verbos son los que suponen un agente humano (por ejemplo, *determinar*).

En cuanto a los nombres deverbales (en su gran mayoría formados por el sufijo *-ción*), su análisis permite advertir que se trata de nominalizaciones que, en principio, permiten tanto una interpretación eventiva (ver *descomposición* en 52) como una resultativa (ver *descomposición* en 53) (Picallo 1999).

(52) Generalmente es la velocidad de entrada de oxigeno, la aireación del río, lo que define la velocidad de descomposición; pero, naturalmente, también intervienen la temperatura, las disponibilidades ... (Texto 5)

(53) La descomposición de la materia orgánica ha enriquecido al agua de sales de las que el agua no se desembaraza ... (Texto 5)

4.2.2.1. Eventos de cambio de estado

Del análisis de los tipos de evento denotados, surge que se pueden reconocer dos grupos según el modo de oposición expresado por el predicado (Pustejovsky 2000a). Así, en solo 4 de los eventos relevados (*determinación, medición, recuento* y *titulación*) la entidad denotada

[38] No se ha incluido en esta lista la unidad léxica *demanda*, porque, si bien ha sido señalada claramente como término, en todas sus ocurrencias aparece como núcleo de los sintagmas *demanda bioquímica de oxígeno* o *demanda química de oxígeno*. Esto, sumado a la reiteración en el corpus de las siglas correspondientes (DBO y DQO), nos permite afirmar que se trata de sintagmas terminológicos (cfr. Adelstein & Kuguel 1999 y Kuguel 2003a), es decir, unidades pluriverbales lexicalizadas en el contexto de la ecología. Por tal motivo, excluimos el ítem aislado *demanda* de nuestro análisis.

por el argumento de la predicación persiste sin cambios, como por ejemplo en (54) y (55), en que ni los metales (54) ni los organismos (55) se ven afectados por el hecho de ser determinados.

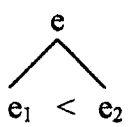
(54) Para determinar metales pesados disueltos (As, Cd, Cr, Cu, Pb y Zn) se filtraron las muestras de agua de Cascallares, San Martín y Bancalari. (Texto 1)

(55) ...pueden ser útiles para la determinación de organismos... (Texto 6)

En los cuatro casos (*determinación*, *medición*, *recuento* y *titulación*), los eventos que se realizan como unidades léxicas terminológicas son del tipo 'analizar', que, junto con otros eventos no terminológicos –como *analizar* o *clasificación*– y las predicaciones evaluativas introducidas por unidades léxicas como *incremento*, han sido tratados al indagar los contextos que generan los sentidos que componen el significado especializado 'indicador' (cfr. 4.2.1.3. *supra* y capítulo 6 *infra*).

En los 19 casos restantes, los eventos denotados refieren a cambios de estado (véase 3.a) en el *Apéndice del capítulo 4*) y por lo tanto presentan estructuras eventivas complejas conformadas de dos subeventos: un proceso y un estado resultante (56).

(56)



proceso estado

En este tipo de predicados, en los que sí se produce una modificación de la entidad denotada por el argumento afectado, las posibilidades son que el argumento no persista, como en los verbos de creación o destrucción (por ejemplo, *Matías construyó una casa, Carolina comió una galletita*), o que solo haya propiedades del núcleo del argumento que no persistan, como en *Federico limpió la mesa*, en que el objeto designado permanece, pero sus propiedades cambian (Pustejovsky 2000a: 468).

Entre los eventos extraídos del corpus, se encuentran ambos fenómenos: casos en los que la predicación introduce o "gatilla" la existencia del objeto designado por el argumento afectado –como *floración* (57) o *consumo* (58)– y casos en los que el evento modifica las propiedades de un argumento existente, tal como *degradación* (59).

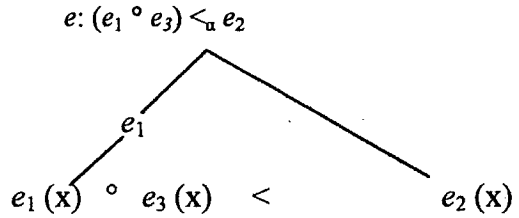
(57) las floraciones registradas de algunas especies de Cianofitas (Texto 1)

(58) el consumo de oxígeno (Texto 5)

(59) la degradación biológica de la materia orgánica (Texto 6)

En suma, la estructura eventiva de las unidades léxicas que denotan cambio de estado se puede esquematizar del siguiente modo:

(60)



En el caso de los eventos de creación y destrucción, el subevento e_1 designa el proceso de creación o destrucción, que es simultáneo a e_3, que refiere a la existencia o no existencia del argumento afectado. Ambos subeventos (e_1 y e_3) son estrictamente anteriores a e_2, que denota la no existencia o existencia del argumento x destruido o creado. Así en (58), por ejemplo, el proceso de consumir es simultáneo a la existencia del oxígeno y ambos –consumo y existencia– son necesariamente previos a la no existencia del oxígeno, que resulta del proceso de consumo.

En (61) se presenta una tabla con los eventos de creación y destrucción del corpus; en ella se especifican los argumentos típicamente afectados, y a continuación se ilustran estos casos con ejemplos extraídos de los textos (62-64).

(61)

	$e_1(x)$	$e_3(x)$	$e_2(x)$
creación	*floración* *muestreo*	¬ algas ¬ muestra	algas muestra
destrucción	*consumo*	oxígeno materia orgánica	¬ oxígeno ¬ materia orgánica

(62) En estos casos se observan floraciones algales seguidas de la muerte masiva de las mismas cuando se acaban los fertilizantes. (Texto 6)

(63) A lo largo del año 1998 se llevó a cabo el muestreo de aguas extraídas de 28 pozos profundos, cuya distribución se detalla en la Figura 2. (Texto 3)

(64) Figura 18-10: Concentración de oxígeno en las aguas corrientes, considerado como un equilibrio entre las entradas y el consumo bioquímico dentro del agua. (Texto 5)

La estructura eventiva de las unidades léxicas que denotan actos de transformación es la misma que la de los actos de creación y destrucción, expuesta en (60), solo que en ésta el subevento e_1 designa el proceso de transformación, que refiere a un determinado estado del

argumento, anterior al subevento e_2, que denota el estado del argumento x una vez transformado.

En el esquema (65) y los ejemplos (66-68) se pueden observar los distintos subtipos de eventos de transformación del corpus, según la propiedad del núcleo modificada: los de transformación cualitativa, en los que se modifica la cualidad de alguna propiedad, por ejemplo, *depuración*, en que el argumento afectado x pasa de 'no puro' a 'puro' (66); los de transformación cuantitativa, en los que lo afectado es la cantidad de sustancia denotada por el argumento x (como *concentración* en 67) y los de transformación locativa, en los que el argumento x modifica su locación: en *precipitación*, por ejemplo, el objeto afectado pasa de no estar en el fondo (i.e., estar flotando en el agua) a estar en el fondo (68).

(65)

	$e_1(x)$	$e_3(x)$	$e_2(x)$
transformación cualitativa	*depuración*	¬ puro	puro
	degradación	¬ degradado	degradado
	descomposición	¬ descompuesto	descompuesto
	desnitrificación	nitrogenado	¬ nitrogenado
	dilución	¬ diluido	diluido
	fertilización	¬ fértil	fértil
	mineralización	¬ mineralizado	mineralizado
	oxidación	¬ oxidado	oxidado
	saneamiento	¬ sano	sano
	solución	¬ disuelto	disuelto
	tratamiento	¬ tratado	tratado
transformación cuantitativa	*concentración*	poca sustancia	más sustancia
transformación locativa	*precipitación*	¬ en el fondo	en el fondo
	sedimentación	¬ en el sedimento	en el sedimento
	suspensión	¬ en la superficie	en la superficie
	vertido	¬ en el agua	en el agua

(66) La depuración del agua consiste en acelerar o intensificar los procesos naturales de retorno de los sistemas forzados. (Texto 5)

(67) La concentración de Mn se encuentra por debajo del valor típico de este elemento en aguas naturales ... (Texto 3)

(68) Las curvas fueron más difíciles de evaluar debido a la precipitación de algún compuesto de este metal durante el crecimiento microbiano ... (Texto 2)

4.2.2.2. Eventos funcionales y naturales

En cuanto a la estructura de qualia, los eventos de cambio de estado analizados se pueden clasificar según su quale agentivo en eventos naturales y funcionales (véase su frecuencia de aparición en los textos en 3.b) del *Apéndice del capítulo 4*). De este modo, si se cruza la información provista por el quale agentivo con el tipo de oposición expresada por la predicación, se obtiene un primer grupo (69) conformado por *depuración*, *saneamiento*, *tratamiento* y *dilución* (transformación cualitativa), *vertido* (transformación locativa) y *muestreo* (creación), que reúne los eventos que tienen un agente humano.

(69)

eventos funcionales	
transformación cualitativa	*depuración* *saneamiento* *tratamiento*
transformación locativa	*vertido*
destrucción	*consumo*
creación	*muestreo*

En la representación de la configuración semántica de *tratamiento* en (70), que se presenta a modo de ejemplo, se observa que la estructura argumental de este tipo de nombres deverbales se asocia a dos argumentos: por un lado, un agente humano y, por otro lado, un paciente, que es el objeto afectado por la transformación. En el caso de *tratamiento* el paciente siempre es el agua (como se desprende de los ejemplos 71 y 72). La estructura eventiva es la propia de los eventos de transformación vista en (60). En la estructura de qualia, el rol agentivo pone de manifiesto el acto de transformación –cualitativa en este caso–, llevado a cabo por el agente humano. Este tipo de eventos son de tipo funcional, precisamente, por estar ligados a un agente.

(70) **tratamiento**
EA ARG = z: agente humano
ARG = x: objeto afectado
EE e: $(e_1 \circ e_3) <_\alpha e_2$
EQ AGENTIVO = acto de transformación cualitativa (e, z, x)

(71) En la figura 1 se muestra el esquema que describe el tratamiento de las muestras. (Texto 2)

(72) El estado sanitario de las aguas del arroyo es deficiente, haciéndolas no aptas para cualquier uso, ya sea con tratamiento convencional para su posterior consumo, actividades de recreación con contacto directo o actividades agropecuarias. (Texto 2)

En (72) aparece también el nombre deverbal *consumo*, que en este ejemplo se realiza como un evento funcional, ya que está ligado a un agente humano: quien consume el agua tratada. Sin embargo, esta misma unidad puede realizarse como evento natural cuando forma parte de una predicación en la que el sujeto es una causa natural en lugar de un agente humano, como en (73). Lo mismo ocurre con *depuración*, que recibe una interpretación funcional en (74), y con el prefijo *auto-*, en (75), es interpretado como un evento natural.

(73) Para evitar un consumo excesivo de oxígeno en un estrato de poco espesor, es mejor que la zona donde se desparraman los sedimentos sea en declive convexo suficiente ... (Texto 5)

(74) Hay que llevar al máximo el grado de depuración de las aguas que se retornan a un río. (Texto 5)

(75) Existen mecanismos naturales de autodepuración que permiten que los organismos muertos que se encuentran en el río sean descompuestos ... (Texto 6)

Además de los eventos llevados a cabo por agentes humanos, existe en el corpus un segundo grupo, conformado por eventos naturales, sin agente humano: *autodepuración, degradación, descomposición, desnitrificación, dilución, fertilización, mineralización, oxidación, precipitación, solución*, que indican cambio de estado cualitativo; *concentración*, que denota un cambio de estado cuantitativo; *precipitación, sedimentación* y *suspensión*, que refieren a cambios de estado locativos; *consumo*, que denota destrucción, y *floración*, que indica creación (véase 76).

(76)

eventos naturales	
transformación cualitativa	*autodepuración* *degradación* *descomposición* *desnitrificación* *dilución* *fertilización* *mineralización* *oxidación* *solución*
transformación cuantitativa	*concentración*
transformación locativa	*precipitación* *sedimentación* *suspensión* *vertido*
destrucción	*consumo*
creación	*floración*

De manera análoga a lo que ocurre con las unidades léxicas que denotan entidades naturales contenidas en el agua (cfr. 29 *supra*), los eventos naturales también activan el valor terminológico 'indicador', mediante el mecanismo de coerción. Para exponer el análisis del sentido 'indicador', asociado ahora a los eventos, se ha seleccionado el nombre deverbal *concentración*, que aparece en la siguiente serie de ejemplos:

(77) En abril de 2001 se realizó un segundo muestreo con el objeto de evaluar la concentración de los metales de interés (Cu, Cd, Pb y Zn) en aguas superficiales e intersticiales y de aislar microorganismos multirresistentes (tolerantes) a partir de estos entornos. (Texto 2)

(78) La presencia de As en concentraciones que superan los límites de tolerancia para aguas de consumo en aguas del S.E. tucumano ha sido muy documentada. (Texto 4)

(79) Las concentraciones de metales disueltos encontradas en el agua del río superaron ampliamente los límites para la protección de la vida acuática. (Texto 1)

(80) Por su abundancia en los materiales que conforman los acuíferos, el Fe alcanza elevadas concentraciones en el agua. (Texto 3)

(81) También se detectaron concentraciones elevadas de cromo y zinc. (Texto 5)

(82) Tanto en los conos cesteros de sedimentos como en los sedimentos de los lagos y ríos, se constata generalmente un aumento en la concentración de metales pesados, que vienen principalmente de desagües industriales y de los compuestos de plomo procedentes de la combustión de la gasolina. (Texto 5)

Tal como se desprende de los ejemplos (77-82) y como se sintetiza en (83), los eventos de este tipo se hallan asociados a un argumento paciente, que son los objetos afectados por la transformación (*oxígeno* y los metales *arsénico*, *hierro*, *cromo* y *zinc*). El segundo argumento, introducido por las predicaciones no naturales asociadas al evento, es el agente humano, responsable del análisis y la evaluación del evento de cambio de estado. La estructura argumental cuenta también con un argumento adjunto locativo 'contenedor natural', que ha sido postulado como un argumento sombra, dado que los objetos afectados son, además, entidades naturales contenidas en el agua (cfr. 29 *supra*).

(83) **concentración**
EA ARG = x: contenido natural
ARG = z: agente humano
ARG-S = y: contenedor natural
EE e_1: acto de transformación
e_2: estado resultante de la transformación
e_3: estado previo a la transformación
$e_1 (x) \circ e_3 (x) <_\alpha e_2 (x)$

e_4: analizar
e_5: evaluar
$e_4\ (z, (e_1x \circ e_3x) <_\alpha e_2x)) <_\alpha\ e_5\ (z, (e_1x \circ e_3x) <_\alpha e_2x))$
EQ TÉLICO = instrumento natural

En la estructura eventiva se ponen de manifiesto los eventos asociados a la concentración en tanto proceso indicador: e_1, e_2 y e_3 son los tres subeventos propios de los verbos de transición (cfr. 60 *supra*); e_4 y e_5, por su parte, representan las predicaciones intencionales que activan el significado terminológico de este nombre, al coercionar su quale télico. Así, la intencionalidad es introducida mediante predicaciones del tipo 'analizar' (e_4), como *evaluar* (77), *documentar* (78), *encontrar* (79), *detectar* (81), *constatar* (82), o mediante evaluaciones cuantificacionales realizadas por verbos: *superar* (78 y 79), adjetivos: *elevado* (80 y 81), o nombres: *aumento* (82). Nuevamente, los dos contextos son paralelos a los que se advierten para las entidades (cfr. 40-51 *supra*). Parte de la complejidad de la estructura eventiva de esta unidad léxica responde al hecho de que el indicador es designado por un nombre que denota un evento de cambio de estado.

En la estructura de qualia, el rol télico pone de manifiesto que el evento 'concentración' es funcional para el limnólogo, puesto que lo evalúa con el fin de determinar la calidad del agua. Este sentido activado es el que determina la interpretación de estos nombres como instrumentos naturales. El ejemplo (84) presenta este valor terminológico de manera explícita:

(84) Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Consiste en una incubación de la muestra de agua durante 5 días a 20° C y la determinación del oxígeno disuelto al comienzo y al final de la misma. La diferencia de concentración indica el oxígeno utilizado para la degradación biológica de la materia orgánica. (Texto 6)

Como conclusión respecto de las unidades léxicas que denotan eventos, se puede afirmar, entonces, que todas ellas se realizan como tipos funcionales. Unas, porque suponen un agente humano que produce cambios de las entidades naturales denotadas por los argumentos afectados (por ejemplo, *tratamiento*), y otras, por la intervención indirecta de un agente humano en procesos básicamente naturales, mediante descripciones intencionales o predicaciones evaluativas (como en *concentración*).

Recapitulando, pues, lo analizado en este apartado y en el centrado en las entidades indicadoras (4.2.1.3.), se advierte que hay un sentido de "funcionalidad" que se activa en los nombres y verbos que denotan eventos naturales de cambio de estado así como en los nombres de clase natural. Una de las hipótesis de este trabajo es que este sentido se incorpora

–en el contexto de especialidad de la limnología– a la entrada léxica de estas unidades léxicas estableciéndose como el componente de significado especializado que constituye el valor terminológico central del dominio. Como se desprende de los datos analizados, 'indicador' es un sentido generado por la introducción del quale télico, que coerciona un subtipo diferente de concepto, dando lugar a la interpretación de 'instrumento natural'. Los contextos de activación de este valor terminológico se pueden agrupar semánticamente en predicaciones en las que un agente humano analiza una entidad o evento natural y predicaciones en las que éste los evalúa. En el primer caso, la entidad o el evento devienen pacientes de eventos intencionales del tipo 'analizar', como *determinar* o *recuento* (véase el cuadro 4.4.); en el segundo, son objeto de predicaciones evaluativas, como *exceder*, *patógeno* o *abundancia* (véase el cuadro 4.5.).

VERBOS
Casi todos los metales **analizados**, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los limites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993) y el Código Alimentario Argentino (CAA 1994) para aguas de consumo. (Texto 3)
Las medias anuales de fito y zooplancton **se calcularon** ponderando los valores de densidad por el lapso transcurrido entre sucesivos muestreos. (Texto 1)
Análogas relaciones se observan cuando **se compara** la materia orgánica total determinada por oxidación con ácido sulfúrico y crómico ... (Texto 5)
... concentraciones de metales que, en la práctica usual referida a la superficie de los continentes, **se considerarían** como contaminantes. (Texto 5)
... **se constata** generalmente un aumento en la concentración de metales pesados ... (Texto 5)
El número de géneros de fitoplancton **detectados** en el Río Reconquista superó a los registrados en el Luján y en el Matanza-Riachuelo. (Texto 1)
También **se detectaron** concentraciones elevadas de cromo y zinc. (Texto 5)
Se determinaron concentraciones totales, sin tener en cuenta la especiación de los elementos. (Texto 3)
El Fe y el Mn son dos elementos que suelen **encontrarse** en forma de óxidos que cubren los granos de los sedimentos. (Texto 3)
Los dos componentes más **estudiados** son el oxígeno (figs. 18-10 y 18-11) y la materia orgánica. (Texto 5)
En agua filtrada (0,45 μm de abertura de poro) **se evaluaron** por colorimetría amonio, nitritos, nitratos, ortofosfatos, cloruros y fenoles. (Texto 1)
... los niveles de cobalto y níquel que **se hallaron** en el estudio exploratorio de octubre de 2000 resultaron bajos ... (Texto 2)
La materia orgánica **medida** por el método del permanganato es de una a cuatro veces superior a la DBO_5. (Texto 5)
Los resultados de los bioensayos concordaron con las tendencias en la abundancia de clorofitas **observadas** en el río en los mismos meses. (Texto 1)

Un organismo que **presenta** una distribución muy amplia, difícilmente pueda indicar particularidades (Texto 6)
Los metales seleccionados fueron Hierro, Manganeso, Cromo, Cadmio, Cobre, Plomo y Arsénico. Todos ellos, con excepción del As, **presentan** concentraciones por debajo de los limites establecidos por la OMS (1993) y el CAA (1994) ... (Texto 3)
... las floraciones **registradas** de algunas especies de cianofitas, que pueden tener efecto tóxico o inhibitorio para el zooplancton ... (Texto 1)
NOMBRES
Las muestras para el **análisis** de metales pesados fueron recogidas en recipientes de polietileno de alta densidad ... (Texto 3)
La **determinación** de metales se realizó con dos objetivos ... (Texto 2)
En el **estudio** cualitativo del fitoplancton se identificaron 92 géneros ... (Texto 1)
Evaluación de microorganismos cultivables resistentes a Cu, Pb, Cd y Zn en aguas superficiales. (Texto 2)
El **recuento** de bacterias coliformes dado en la Tabla 2 es indicador del estado sanitario de las aguas. (Texto 2)
Determinación de oxígeno disuelto. Consiste en una determinación química simple (**titulación**) ... (Texto 6)

Cuadro 4.4.: Ejemplos de contextos intencionales que activan el significado de 'indicador'.

VERBOS
La cantidad absoluta de mercurio se mantiene constante pero la concentración **aumenta** a lo largo de la cadena trófica por acción de la disminución de la biomasa. (Texto 6)
... El Bracho y Los Sueldos presentan concentraciones de Cu algo superiores (15 y 12 μg/L respectivamente). Haciendo abstracción de esos dos puntos, se observa que la concentración **disminuye** hacia el S.E. ... (Texto 3)
La Tabla 1 muestra que en el caso de algunos metales **se exceden** los limites establecidos para la protección de la vida acuática o para la actividad agropecuaria. (Texto 2)
Las concentraciones de los metales pesados generalmente **excedieron** los niveles de protección para la vida acuática. (Texto 1)
... se **incrementa** el cadmio en las células cultivadas en presencia de metal. (Texto 2)
El Cd y el Pb se encuentran en concentraciones que no **superan** el limite de detección del método. (Texto 3)
ADJETIVOS
El Fe es el metal pesado más **abundante** en estas aguas. (Texto 3)
Estas floraciones estacionales de Cyanophyceae estarían relacionadas con altas temperaturas, **bajas** concentraciones de oxígeno y **altas** de amonio (cita). (Texto 1)
La fotosíntesis y la respiración tienden a ajustarse alrededor de una concentración **descendente** del oxígeno disuelto en el agua. (Texto 5)
... los datos obtenidos en este trabajo revelan concentraciones **elevadas** de As en acuíferos profundos ... (Texto 3)
Para evitar un consumo **excesivo** de oxígeno en un estrato de poco espesor, es mejor que la zona donde se desparraman los sedimentos sea en declive convexo suficiente ... (Texto 5)

... el aumento de la temperatura implica un **mayor** consumo de oxígeno que afectará seriamente las distintas comunidades que viven en el medio. (Texto 6)
... el Cd no afecta a las algas hasta por encima de concentraciones de 30 µg, pero desde concentraciones diez veces **menores** afecta seriamente al zooplancton y más a los rotíferos que a los crustáceos. (Texto 5)
... el agua lleva en solución o suspensión **muchas** sustancias. (Texto 6)
El As es un elemento altamente **nocivo** para la salud. (Texto 3)
La transformación de materia orgánica en inorgánica reutilizable, la realizan las bacterias y hongos acuáticos, organismos invisibles muy **numerosos** que, a pesar de ser microscópicos, realizan una valiosísima labor. (Texto 6)
En la problemática del uso y contaminación de las aguas corrientes se incluye el aspecto sanitario, concerniente a la persistencia y aun a la multiplicación en las aguas contaminadas de bacterias **patógenas** ... (Texto 5)
Son más **peligrosos** los metales que forman fácilmente compuestos orgánicos, y el ejemplo más divulgado es el del mercurio, que forma compuestos metilados por la actividad orgánica en los sedimentos. (Texto 5)
En los dos lagos contaminados, el fitoplancton es más **pobre** ... (Texto 5)
La biorremediación se ha utilizado con éxito en las tareas de limpieza de algunos sitios contaminados, en particular con sustancias **tóxicas** de origen orgánico. (Texto 2)
Los organismos y comunidades pueden ser **útiles** para la determinación y cuantificación de la contaminación ... (Texto 6)
NOMBRES
Los resultados de los bioensayos concordaron con las tendencias en la **abundancia** de clorofitas observadas en el río en los mismos meses. (Texto 1)
Otros experimentos tienden a un balance positivo y a cierto **aumento** de la concentración de oxígeno. (Texto 5)
Si bien la respuesta del zooplancton resultó probablemente de la interacción de distintos factores, la **declinación** del oxígeno habría sido uno de los más determinantes. (Texto 1)
Los plecópteros son mucho más sensibles al **descenso** del oxígeno disponible que los efemerópteros ... (Texto 5)
En cambio, en las curvas correspondientes al cadmio, se observa una clara **disminución** de metal en el sobrenadante ... (Texto 2)
... el agua queda enriquecida con minerales y nutrientes, entre ellos con un frecuente **exceso** de fósforo. (Texto 5)
... la **velocidad** relativa de descomposición de los distintos tipos de materia orgánica recibida puede dominar la biología de los cursos de agua ... (Texto 5)

Cuadro 4.5.: Ejemplos de predicaciones evaluativas que activan el significado de 'indicador'.

4.2.3. Cualidades naturales y funcionales

Respecto de las unidades léxicas señaladas por los especialistas como terminológicas y que denotan cualidades, prevalecen aquellas que refieren a cualidades naturales. En el contexto de la limnología, estas unidades pueden realizarse como nombres deadjetivales (*alcalinidad,*

conductividad, dureza, pureza, turbidez, turbulencia) o como adjetivos (*ácido, acuático, amoniacal, (an)aerobio, aeruginosa, ambiental, atmosférico, bacteriano, bacteriológico, coliforme, (bio)degradable, disuelto, dulce, fecal, intersticial, microbiano, muerto, natural, (in)orgánico, pesado, puro, subterráneo, superficial, turbio, vivo*).

Entre los nombres que denotan cualidades naturales, un grupo activa el significado 'indicador' (véase 4. a) en el *Apéndice del capítulo 4*). En efecto, el análisis de estas unidades en las concordancias extraídas del corpus permite concluir que, al igual que las entidades naturales y los eventos naturales, estas cualidades adquieren en la limnología un carácter instrumental.

(85) En el campo se determinaron por duplicado: temperatura y pH (sensor Luftman P300), conductividad (sensor Luftman C400), alcalinidad total (por titulación con HCl) y dureza total (suma de alcalino térreos por valoración con EDTA-Na^2 e indicador mixto). (Texto 1)

(86) Respecto a las determinaciones físico-químicas se realizaron las siguientes: pH (Método Electrométrico), Sólidos Totales (Evaporación y secado en estufa a 105° C), Dureza Total (Titulación con EDTA), Calcio (Titulación con EDTA), Magnesio (Cálculo por diferencia entre Dureza y Ca), Alcalinidad Total (Titulación ácido-base), Cloruro (Titulación argentométrica)... (Texto 4)

(87) Observar la turbidez, agregar unas gotas de formol para bloquear la actividad de microorganismos, y mantener los frascos destapados. Anotar lo observado. (Texto 5)

(88) Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad aumentaron aguas abajo, mientras que oxígeno disuelto y pH disminuyeron. (Texto 1)

(89) El agua era ligeramente alcalina... (Texto 5)

En los ejemplos (85-88) pueden apreciarse los contextos que le imponen a estos nombres un quale télico: por un lado, las predicaciones del tipo 'analizar' introducidas por *determinación* en (85) y (86), y por *observar* en (87); por otro lado, las evaluaciones expresadas mediante los verbos *disminuir* y *aumentar* en (88), y el adverbio *ligeramente* en (89). Así pues, estos contextos coercionan el subtipo conceptual de estos nombres y adjetivos que denotan cualidades naturales imponiéndoles una interpretación funcional que permite clasificarlos como 'cualidades indicadoras'.

Por otra parte, las cualidades naturales aparecen en el corpus realizadas mediante adjetivos que modifican nombres que refieren a entidades naturales (véase 4. b) en el *Apéndice del capítulo 4*). Estas cualidades se realizan, en su mayoría, como adjetivos calificativos que

designan propiedades físicas del nombre al que modifican, como en (90), o como adjetivos relacionales con la función de adjuntos locativos[39], como *superficial* e *intersticial* en (91)[40].

(90) El recuento de bacterias coliformes dado en la Tabla 2 es indicador del estado sanitario de las aguas. (Texto 2)

(91) aguas superficiales e intersticiales (Texto 2)

Cabe destacar que parte importante de los adjetivos calificativos que denotan cualidades naturales así como los adjetivos relacionales de tipo natural forman parte, en el corpus, de sintagmas terminológicos (véase 92) (cfr. Adelstein & Kuguel 1999 y Kuguel 2003a).

(92)

agua intersticial	bacteria aerobia	materia orgánica
agua subterránea	bacteria coliforme	metal pesado
agua superficial	contaminación ambiental	oxígeno disuelto
análisis bacteriológico	materia fecal	Pseudomona aeruginosa

Respecto de las unidades léxicas señaladas por los especialistas como terminológicas y que denotan cualidades funcionales (ver 4.c) en el *Apéndice del capítulo 4*), un grupo con bastante representación en el corpus es el constituido por los adjetivos relacionales que refieren al ámbito mismo (*ecológico, limnológico*) o a disciplinas relacionadas (*biológico, bioquímico, físico, fisicoquímico, químico*):

(93) La caracterización ecológica de un río con llanura de inundación es útil para comprender cómo funcionan los complejos ecosistemas de la cuenca del Plata. (Texto 6)

(94) Con el fin de profundizar la caracterización de este río y determinar sus tendencias espaciales, se evaluaron 22 parámetros físicos y químicos ... (Texto 1)

(95) En cuanto a los parámetros microbiológicos, no hay diferencia entre la zona industrial y las zonas residenciales. (Texto 4)

Adaptando la clasificación de los adverbios presentada en Kovacci (1999), este grupo de adjetivos relacionales pueden considerarse como "nocionales" o "de punto de vista", puesto que admiten la paráfrasis por "desde el punto de vista o la perspectiva de *x* (x = disciplina)". Así, (93) se refiere a una caracterización que toma el punto de vista de la ecología, mientras

[39] Bosque & Picallo (1996) incluyen este tipo de adjetivos entre los relacionales clasificativos.

[40] La única excepción encontrada en este grupo la constituyen *microbiano, bacteriano* y *bacteriológico*, que son relacionales temáticos con el rol de paciente y función de sujeto en los dos primeros casos (*diversidad microbiana, crecimiento bacteriano*) y de objeto en el tercero (*análisis bacteriológico*).

que los parámetros mencionados en (94) y (95) suponen la perspectiva de la física y la química, en un caso, y de la microbiología, en el otro caso.

Otro grupo importante de unidades léxicas que denotan cualidades funcionales es el formado por adjetivos calificativos que suponen una evaluación especializada –como *resistente* y *tolerante* (cfr. 96)–, que, junto con otros adjetivos evaluativos no terminológicos –como *excesivo* o *útil*– son responsables de la activación del significado especializado de 'indicador', asociado a entidades o procesos naturales (cfr. cuadro 4.5. *supra*).

(96) Dentro de la amplia diversidad microbiana, existen microorganismos resistentes y microorganismos tolerantes a metales. (Texto 2)

Finalmente, entre las cualidades funcionales, se encuentran las unidades léxicas *contaminación, contaminado, eutrofia, eutroficación, eutrófico, polución y poluído*, fundamentales en el corpus analizado, no solo por su frecuencia sino también por su significado, central en lo que refiere al área temática de los textos analizados (cfr. 3.2.3.1.). En los ejemplos (97) a (99), el nombre deverbal *contaminación* denota un evento de cambio de estado cualitativo (cfr. 4.2.2.1. *supra*) y los adjetivos *bacteriológica* (97), *química* (97 y 98) y *térmica* (99) expresan la causa de la contaminación.

(97) Como consecuencia de las actividades antrópicas y de la falta de conciencia del cuidado que requieren los cursos de agua superficiales por parte de la población, nos encontramos ante una mezcla extremadamente compleja de contaminación química y bacteriológica en estas aguas. (Texto 2)

(98) Puesto que las moléculas usadas cambian continuamente para mantener activa una guerra química, que es contrarrestada por un proceso de evolución adaptativa, la respuesta de los ecosistemas a las diversas formas de contaminación química constituye un amplísimo experimento de ecología y evolución. (Texto 5)

(99) En el caso de la llamada contaminación térmica, provocada por los sistemas de enfriamiento de industrias siderúrgicas, papeleras, nucleares, el aumento de la temperatura implica un mayor consumo de oxígeno que afectará seriamente las distintas comunidades que viven en el medio. (Texto 6)

Ahora bien, a pesar de que el corpus presenta casos en los que *contaminación, eutroficación* y *polución* pueden clasificarse como eventos, tal como sería esperable por su origen deverbal, la mayoría de las concordancias analizadas revela que en el contexto de la limnología estas unidades son entendidas principalmente como propiedades de las sustancias naturales originadas, sufridas y evaluadas por agentes humanos. En efecto, el análisis de los patrones

sintácticos extraídos de los textos pone en evidencia que, por un lado, estas formas, al igual que los adjetivos correspondientes, denotan una cualidad graduable y, por otro lado, que esta cualidad es de tipo funcional. En (100-102) se transcriben algunos ejemplos que ilustran la graduabilidad asociada a estas formas.

(100) Según un índice de calidad de agua basado en los valores de temperatura, cloruros, nitrógeno amoniacal, DBO y oxígeno disuelto, [...] Cascallares se calificó como un sitio poluído y los restantes con polución elevada a muy elevada. (Texto 1)

(101) Algo similar ocurre en el río Reconquista, donde el oxígeno disuelto en su tramo superior escasamente contaminado oscila alrededor de 7 mg/litro cerca de su desembocadura. (Texto 6)

(102) En la mayoría de estos trabajos, se hace referencia a una fuerte contaminación en aguas de escasa profundidad (entre 6 y 20 metros), y prácticamente no se mencionan datos de aguas profundas. (Texto 3)

En (100) la polución se interpreta como una propiedad del agua y el grado en que ésta se presenta en los análisis es considerado elevado. En (101) el grado de contaminación es evaluado mediante el adverbio *escasamente*, y en (102) por medio del adjetivo *fuerte*.

Por otro lado, el sentido funcional que estas unidades adquieren en los textos de ecología se evidencia tanto cuando aparecen asociadas a entidades o eventos indicadores como cuando se explicita el origen humano de la contaminación.

(103) Cr, Cd, Cu y Pb fueron seleccionados como indicadores de contaminación ya que estos elementos suelen estar asociados a los efluentes de muchas industrias. (Texto 3)

(104) Cuando a la simple extracción de petróleo se une una industria petroquímica, la contaminación aumenta rápidamente, como se ha manifestado muy bien en la progresiva alteración de algunas características de las biotas del lago de Maracaibo, sujeta al mencionado proceso de desarrollo industrial. (Texto 5)

(105) En la problemática del uso y contaminación de las aguas corrientes se incluye el aspecto sanitario, concerniente a la persistencia y aun a la multiplicación en las aguas contaminadas de bacterias patógenas (*Escherichia, Vibrio, Salmonella*, etcétera), virus relacionados con parálisis, meningitis, hepatitis, gastroenteritis, afecciones respiratorias, y aun de vehículos de parásitos (gasterópodos, larvas de dípteros). (Texto 5)

(106) Un organismo indicador clásico es la bacteria *Escherichia coli*. La presencia de esta especie en un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana, ya que sólo se reproduce en el tracto digestivo del hombre. (Texto 6)

En (103) se advierte que las entidades naturales 'cromo', 'cadmio', 'cobre' y 'plomo' son causa de contaminación en tanto y en cuanto tengan un origen humano ("estos elementos suelen estar asociados a los efluentes de muchas industrias"), es decir, cuando estas entidades naturales devienen instrumentos naturales. En (104) *contaminación* se asocia a una causa natural expresada por la proposición natural "alteración de algunas características de las biotas". Sin embargo, esta alteración se vincula, a la vez, con un origen humano ("sujeta al mencionado proceso de desarrollo industrial"). La introducción del agente humano se advierte también en la predicación evaluativa *rápidamente*, ya que ésta supone los eventos 'analizar' y luego 'evaluar', ambos intencionales. En (105) la causa natural de la contaminación aparece expresada por *bacterias* ("la persistencia y la multiplicación en las aguas contaminadas de bacterias patógenas"), pero, a diferencia de lo observado en (103) y (104), en este caso el hombre no aparece como origen sino como afectado, a partir de la cualidad funcional *patógenas*. Finalmente, en (106) la misma entidad (*bacteria*) es presentada como causa de contaminación ("la presencia de esta especie en un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana"), sólo que en este caso también se especifica el origen humano.

Así pues, la intencionalidad, que permite clasificar estas cualidades como de tipo funcional está determinada doblemente: por su agentividad y por su telicidad. Por un lado, la contaminación es entendida tanto por el especialista como por el lego como un fenómeno del cual el hombre es el principal responsable y el principal perjudicado. Esto es así porque el quale agentivo vincula la contaminación hídrica con las actividades humanas que la causan y el quale télico incorpora la dimensión de funcionalidad. Por otro lado, el análisis de los textos del corpus pone en evidencia que nombres como *contaminación* y adjetivos como *contaminado* se combinan con predicaciones evaluativas (*elevada, fuertemente*), que suponen el evento intencional de analizar, activando así el carácter instrumental que constituye su significado especializado en el ambito de la limnología.

CONCLUSIONES

En este capítulo se han expuesto los principios teóricos adoptados para el tratamiento semántico del léxico, por un lado, y, por otro lado, se han empleado estos principios para analizar los términos extraídos del corpus, de modo de establecer sus significados especializados.

El análisis se basó en el modelo del Léxico Generativo, que tiene en cuenta cuatro niveles de representación del significado léxico –la estructura argumental, la estructura eventiva, la estructura de qualia y la estructura de herencia– y tres mecanismos de generación del significado en contexto –la co-composición, el ligamiento selectivo y la coerción de tipo.

Dentro de las unidades que denotan entidades naturales se reconocieron tres significados, que se activan en el contexto de la limnología: 'contenedor' (*agua, sedimento*), 'contenido' (*fitoplancton, materia, organismo, oxígeno*) e 'indicador de contaminación' (*clorofitas, escherichia, oxígeno*).

En cuanto a las unidades que denotan eventos, prevalecen aquellas que refieren a cambios de estado –ya sea de creación, de destrucción o de transformación. Entre ellas, las que denotan eventos naturales (*concentración, oxidación*) son interpretadas como eventos funcionales, a partir de la coerción de tipo impuesta por predicaciones del tipo 'analizar' –algunas de las cuales son unidades terminológicas que denotan eventos agentivos (como *muestrear*)– o por predicaciones evaluativas (*exceder*) y funcionales (*patógeno, tóxico*).

El mismo fenómeno de "funcionalización" que se da en las entidades y procesos naturales se verifica en las cualidades naturales (*alcalino, conductividad*), cuyo sentido especializado 'indicador' se genera también mediante coerción de tipo.

Finalmente, el grado de complejidad conceptual que pueden adquirir las unidades léxicas en contextos de especialidad se observa particularmente en la cualidad funcional representada por *contaminación* y *contaminado*, entre otros. En estos términos, al carácter funcional dado tanto por su agentividad –la contaminación tiene un origen humano– como por su telicidad –un elemento se considera contaminado en tanto y en cuanto perjudica a alguien– se suma el sentido especializado generado por la coerción de tipo, impuesta por predicaciones evaluativas.

Como conclusión, a partir de los resultados del análisis semántico de las unidades terminológicas del corpus se las puede ordenar en función de los valores terminológicos que

adquieren en el contexto de la limnología, como se muestra en la figura 4.5.

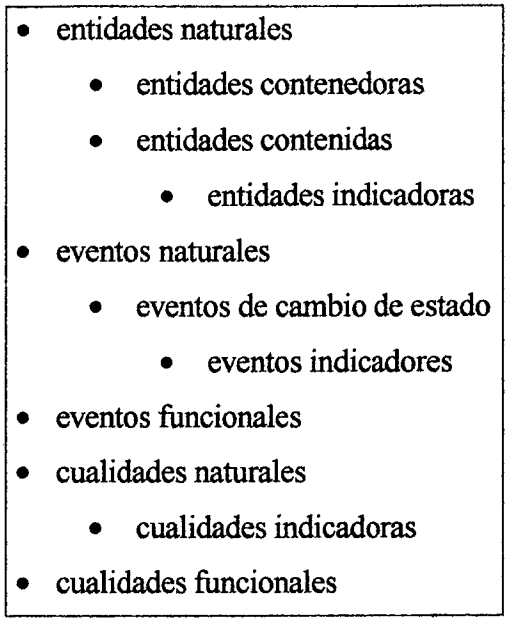


Figura 4.5.: Clasificación semántica de las unidades terminológicas del dominio de la limnología.

Apéndice del capítulo 4

1. Tipos conceptuales predominantes en el dominio de la limnología

1. a) entidades naturales

acuíferos
afluente
agua
alga
ambiente
amonio
arroyo
arsénico
bacillariophyceae
bacteria
cadmio
calcio
cepa
chlorela
chlorophyceae
cladoceros
cloruro
cobalto
cobre
comunidad
cromo
cyanophyceae
cyclotella
diatomea
elemento
escherichia
especie
euglenophyceae
fenol
fitoplancton
fósforo
género
(sub)grupo
hierro
individuo
larvas
magnesio
materia
material
metal
microorganismo
mineral
nitrato
nitrito
nitrógeno
nitzchia
nutriente
nutrimento
organismo
oxígeno
pH
plancton
plomo
potasio
pseudomona
río
rotíferos
sedimento
sistema
sulfato
sustancia
zinc
zooplancton

1. b) eventos naturales

concentración
consumo
(bio)degradación
demanda
(auto)depuración
descomposición
desnitrificación
dilución
fertilización
floración
mineralización
oxidación
precipitación
sedimentación
(di)solución
suspensión

1. c) eventos funcionales

determinación	recuento	tratamiento
medición	saneamiento	vertido
muestreo	titulación	

1. d) cualidades naturales

ácido	conductividad	natural
acuático	(bio)degradable	(in)orgánico
(an)aerobio	disuelto	pesado
aeruginosa	dulce	pureza/ puro
alcalinidad	dureza	subterráneo
ambiental	fecal	superficial
bacteriano	intersticial	turbidez/ turbio/ turbulencia
bacteriológico	microbiano	vivo
coliforme	muerto	

1. e) cualidades funcionales

(bio) (multi) resistente	eutroficación	patógeno
biogeográficas	eutrófico	poluto
biológico	eutrofizado	potable
bioquímico	eutrofizante	químico
contaminación	físico	tolerante/ tolerancia
contaminado	fisicoquímico	tóxico
ecológico	limnológico	
ecotoxicológico	poluído	

2. Tipos de entidades en el dominio de la limnología y su frecuencia por texto

2. a) entidades contenedoras

entidades contenedoras	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
acuíferos	1		7		1	1
agua	29	59	38	16	142	103
ambiente	3	3		3	3	5
arroyo	11	22				2
río	57	1	3		56	56
sedimento		14	3		22	5

2. b) entidades contenidas

entidades contenidas	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
alga	7				10	7
amonio	13			4	6	2
arsénico	8	1	17	6	3	2
bacillariophyceae	10				2	1
bacteria		5		9	7	13
cadmio	4	29	5		6	1
calcio			1	7	5	2
chlorella	2				5	
chlorophyceae	12				5	
ciclopoideos	1				1	
cladoceros	3				1	
cloruro	8			4	2	3
cobalto		2			1	
cobre	5	25	9		22	2
cromo	5		5	9	5	2
cyanophyceae	14				9	3
cyclotella	2				3	
diatomeas	1				8	
elemento				1	25	
escherichia		2		3	2	1
especie	8	3			21	16
euglenophyceae	2				18	2
fenol	6				2	3
fitoplancton	21				9	1
fósforo	1				18	1
género	4				2	
grupo		3	1		10	6
hierro		1	9		2	2
individuo	12				6	1
inorgánica			1	2	2	4
larvas	3				5	4
magnesio				4		2
materia		3	1		41	22
material			5		30	6

metal	9	64	13		25	3
microorganismo		17		1	6	6
mineral			1		3	9
nitrato	6			6	4	5
nitrito	6			4	1	3
nitrógeno	2	1	2	4	9	6
nutrimento	3				3	
organismo	3				66	34
oxígeno	15	19	2		42	31
partícula						13
pH	6	3		4	9	1
plancton	1				11	6
plomo	5	26	7		5	1
pseudomona		5		6	2	
sulfato				5	7	4
sustancia	1	1			7	36
zinc	7	26			3	
zooplancton	16				8	1

2. c) entidades indicadoras

entidades indicadoras	Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4	Texto 5	Texto 6
alga	7				10	7
amonio	12			4	6	2
arsénico	8		17	6	1	2
bacillariophyceae	10				2	1
bacteria		5		9	7	13
cadmio	4	29	5		6	1
chlorella	2				5	
chlorophyceae	12				5	
cladoceros	3				1	
cloruro	8			4	2	3
cobre	5	25	9		22	2
cromo	5		5	9	5	2
cyanophyceae	14				9	3
diatomeas	1				8	
elemento				1	25	

escherichia		2		3	2	1
euglenophyceae	2				18	2
fenol	6				2	3
fitoplancton	21				9	1
fósforo	1				18	1
género	4				2	1
grupo		3	1		10	6
hierro		1	9		2	2
individuo	12				6	1
magnesio				4		2
materia		3	1		41	22
material			5		30	6
metal	9	64	13		25	3
nitrato	6			6	4	5
nitrito	6			4	1	3
nitrógeno	2	1	2	4	11	6
nutriente	1	1		1	6	3
nutrimento	3				3	
oxígeno	15	19	2		42	31
pH	6	3		4	9	1
plancton	1				11	6
plomo	5	26	7		5	1
pseudomona		5		6	2	
rotíferos	8				3	
sustancia	1	1			7	36
zinc	7	26			3	
zooplancton	16				8	1

3. Tipos de eventos en el dominio de la limnología

3. a) eventos de cambio de estado

creación	**destrucción**	**transformación**		
		cualitativa	**cuantitativa**	**locativa**
floración *muestreo*	*consumo*	*depuración* *degradación* *descomposición* *desnitrificación* *dilución* *fertilización*	*concentración*	*precipitación* *sedimentación* *suspensión* *vertido*

		mineralización *oxidación* *saneamiento* *solución* *tratamiento*		

3. b) eventos naturales y funcionales y su frecuencia por texto [41]

eventos naturales	**Texto 1**	**Texto 2**	**Texto 3**	**Texto 4**	**Texto 5**	**Texto 6**
concentración	10	21	27		72 (2)	14
consumo	1	4	6	1 (1)	6 (1)	2 (3)
(bio)degradación	(1)				1	7 (4)
(auto)depuración					13 (1)	5 (1)
descomposición					11 (2)	2 (2)
desnitrificación					4	
dilución	1	1			3 (1)	
fertilización					1	(2)
floración	6					1
mineralización					2	
oxidación		2			16 (6)	1
precipitación		2			3 (1)	
saneamiento	1					1
sedimentación	(1)				1	3
(di)solución		5	2		10	1
suspensión		1			7	7
eventos funcionales	**Texto 1**	**Texto 2**	**Texto 3**	**Texto 4**	**Texto 5**	**Texto 6**
determinación	(7)	1 (7)	2 (1)	3 (2)	3 (5)	7 (1)
medición		1			2 (5)	1 (2)
muestreo	7 (1)	8	2	1 (1)		4
recuento	2	5		2		
titulación	1			4		1
tratamiento	1	13			10 (1)	(3)
vertido	2 (1)		1	1	11	13 (2)

[41] Entre paréntesis se señalan las frecuencias de los eventos que aparecen en forma verbal. Así, por ejemplo, en el texto 5 hay 72 ocurrencias del nombre *concentración* y 2 del verbo *concentrar*.

4. Tipos de cualidades en el dominio de la limnología y su frecuencia por texto

4. a) cualidades indicadoras

cualidades indicadoras	texto 1	texto 2	texto 3	texto 4	texto 5	texto 6
acidez					4	1
ácido		1	1	1	6	7
alcalinidad	6			4	2	
alcalino	1				3	1
amoniacal	1				3	1
conductividad	8				1	
dureza	6			5		1
fluorescencia					3	
fluorescente		3			1	
pureza	1		1			
puro					1	2
turbidez	6					4
turbio				1		
turbulencia					1	2

4. b) cualidades naturales

cualidades naturales	texto 1	texto 2	texto 3	texto 4	texto 5	texto 6
acuático	5	7			12	22
(an)aerobios		1		1	(3)	2 (1)
aeruginosa		1		2		
ambiental	1	2		1	6	12
atmosférico					2	2
bacteriano		2		1		1
bacteriológico		1		5		1
biodegradable	1	1				7
coliforme		4		6		
disuelto	10	4			4	18
dulce	1				3	
fecal		3		6	1	1
inorgánico			1	2	2	4
intersticial		20			1	
microbiano		4				
muerto					2	3

natural	3	1	6	1	15	20
orgánico	3	4			67	27
pesado	7	3	8		4	4
subterráneo		2	11	5	1	3
superficial	3	24	2		1	6
trófico	1				9	5
vivo					5	9

4. c) cualidades funcionales

cualidades funcionales	**texto 1**	**texto 2**	**texto 3**	**texto 4**	**texto 5**	**texto 6**
biológico	2				9	7
bioquímico		1			5	2
bioresistentes						2
contaminación	**9**	**6**	**4**	**7**	**33**	**43**
contaminado	**5**	**4**		**2**	**19**	**6**
ecológico					3	6
eutrofia **eutrofización** **eutroficación**					**2** **11**	 **1** **8**
eutrófico					7	
físico	6					6
fisicoquímico	1			5		6
limnológico	1				6	
multirresistente		9				
polución	**2**				**9**	**10**
poluto					**6**	
potabilidad				4		1
potable			1	3		5
químico	10	3	5		16	5
resistente	1	12			12	
tolerancia	1		3		3	
tolerante	1	15			1	1
toxicidad		1			3	2
toxico	7	1			8	9

CAPÍTULO 5

5. CONDICIONES COGNITIVAS Y PRAGMÁTICAS DE LA CONFIGURACIÓN SEMÁNTICA DE LOS TÉRMINOS

Este capítulo tiene la función de exponer los resultados de la investigación surgidos del análisis de los datos presentados en los capítulos 3 y 4. Estos resultados permiten corroborar la hipótesis que postula que las unidades léxicas empleadas para vehicular conocimiento científico activan componentes de significado que se encuentran condicionados por factores cognitivos y pragmáticos propios de la comunicación especializada. En la primera parte (5.1.) se expone cómo el particular entramado de inferencias conceptuales que caracteriza al conocimiento científico impacta en la función cognitiva de los textos de especialidad y, por consiguiente, en el léxico empleado en ellos. En la segunda parte (5.2.) se explica por qué el modo en que se realizan los niveles situacional, funcional y semántico de los textos de especialidad determina la configuración semántica de las unidades léxicas, en el nivel formal. El capítulo se cierra con la conclusiones extraídas respecto de estas cuestiones.

5.1. CONDICIONES COGNITIVAS DE LA CONFIGURACIÓN SEMÁNTICA DE LOS TÉRMINOS

En este apartado se da cuenta de la configuración semántica particular del léxico de especialidad a partir del establecimiento de relaciones entre las estructuras conceptuales de los textos –identificadas mediante las redes semánticas en el capítulo 3– y de las estructuras semánticas de las unidades terminológicas –representadas por los paradigmas léxico conceptuales trabajados en el capítulo 4. Para ello, se presenta, en primer lugar, la noción de 'concepto' de la que se partirá para establecer las peculiaridades de los conceptos en terminología. En segundo lugar, se analizan los conceptos de limnología, a partir de la puesta en relación entre los paradigmas léxico-conceptuales de las unidades léxicas con valor terminológico y la estructuración conceptual de los textos. Por último, se exponen las conclusiones relativas a las condiciones cognitivas del significado especializado.

5.1.1. Los conceptos

Los supuestos de partida adoptados respecto de los conceptos en general y de los conceptos en terminología son el producto de un relevamiento de la bibliografía sobre el tema, proveniente de la teoría de los conceptos, de la semántica léxica y de la teoría terminológica. El estudio de las distintas propuestas relevadas permitió realizar una selección de las propiedades consideradas relevantes para caracterizar los conceptos de especialidad. Estas propiedades son la subespecificación semántica, la composicionalidad contextual, el esencialismo, la tipicalidad, el modo de conceptualización, e modo de adquisición y el grado de complejidad.

5.1.1.1. La noción de 'concepto'

Al exponer la perspectiva adoptada en esta investigación respecto del significado léxico (cfr. capítulo 1), se definieron los conceptos como representaciones mentales estructuralmente complejas y potencialmente "abiertas". En este sentido, el punto de vista desde el que se abordan los conceptos en esta tesis se distancia de la teoría filosófica clásica, puesto que se basa en la postulación de que los conceptos codifican las condiciones suficientes, pero no siempre las necesarias, para su aplicación en la determinación del referente (cfr. Laurence & Margolis 1999). Asimismo, se propone una serie de propiedades que permitirá delimitar el concepto en terminología. En primer lugar, se considera que dos nociones fundamentales a la hora de establecer las particularidades cognitivas del léxico especializado son la subespecificación semántica y la composicionalidad contextual (cfr. Jackendoff 2002 y Pustejovsky 1995a).

Pustejovsky (1998a) distingue tres tipos de subespecificación: una subespecificación estructural débil, como la que se puede observar en los casos de homonimia estructural; una subespecificación léxica débil, que puede advertirse en la homonimia léxica, y una subespecificación léxica fuerte, que se resuelve en contexto y subyace a la segunda noción, esto es, a la composicionalidad[42]. De este modo, una unidad léxica semánticamente subespecificada actualizará valores conceptuales especializados en composición, en un contexto de comunicación especializada. Es decir, una única entrada léxica puede ser especializada o no según el contexto en el que es empleada[43].

---

[42]De hecho, Pustejovsky (1998a: 326) plantea que todos los ítems léxicos son (hasta un cierto punto) semánticamente livianos.

[43] Cfr. los principios de la Teoría Comunicativa de la Terminología en 1.2.1.

Otra de las nociones considerada relevante para establecer la particularidad cognitiva del léxico especializado es el esencialismo, que refiere a la relación concepto-referente. Esta noción, que ha sido tomada de las críticas a la teoría neoclásica por parte del atomismo fodoriano (cfr. Fodor 1998, Laurence & Margolis 1999), hace posible establecer distinciones en el modo en que se determina el referente dentro y fuera del quehacer científico. Así pues, mientras los valores "normales" (i.e., no especializados) de un concepto se constituyen a partir de las características superficialmente percibidas de los objetos, los aspectos especializados, en cambio, se basan en las propiedades esenciales atribuidas a su referente en todo mundo posible. De esta manera, el esencialismo pone de manifiesto el carácter "especial" de los conceptos especializados.

Finalmente, otro concepto relevante es el de tipicalidad, que surge de los procesos de categorización planteados por la teoría del prototipo (De Vega 1984). En la base misma de la construcción de las categorías conceptuales científicas opera una suspensión de la tipicalidad, puesto que la conceptualización no se realiza a partir de los rasgos salientes del referente (cfr. 5.1.2. *infra*). Esta característica –que se vincula estrechamente con el esencialismo– determina el carácter complejo de los conceptos especializados, en tanto se asocian a redes inferenciales altamente elaboradas.

En síntesis, en el marco de esta investigación, los criterios principales a la hora de caracterizar el léxico especializado desde el punto de vista cognoscitivo son la subespecificación semántica de los ítems léxicos, su composicionalidad contextual, la distinción entre propiedades esenciales y no esenciales al determinar el referente, y la suspensión de la tipicalidad en el proceso de conceptualización.

5.1.1.2. Los conceptos especializados

En el marco de la Teoría General de la Terminología (TGT), postulada por Wüster, los términos son entendidos como entidades semióticas (lingüísticas y no lingüísticas) que se emplean para vehicular conceptos científicos y técnicos, conceptos estos que se caracterizan por pertenecer a un área de conocimiento y estar claramente delimitados mediante definiciones. Desde la perspectiva de la TGT, dentro de un dominio de especialidad, la relación entre un concepto y una forma es siempre biunívoca y, por lo tanto, en los casos en que una misma forma se utiliza para más de un concepto, se postula la existencia de dos términos diferentes, cada uno con su definición. Por tal motivo, se plantearía, por ejemplo, un término *virus*$_1$ en medicina y otro, *virus*$_2$, en informática, puesto que cada uno se vincula con

un concepto diferente en disciplinas distintas. Asimismo, la palabra *virus*, tal como es utilizada en el lenguaje común, quedaría fuera de discusión, dado que no se encuentra vinculada con un concepto en el marco de una teoría científica sino que tiene un significado inscripto en un determinado sistema lingüístico[44]. Esta visión coincide con la teoría clásica de los conceptos, que los define como representaciones estructuradas en forma de definiciones, que codifican las condiciones suficientes y necesarias para su aplicación.

Ahora bien, si conocer un concepto implica conocer su definición, y, con ella, los rasgos que lo componen, el problema que surge es que los especialistas son muchas veces incapaces de definir los conceptos especializados con los que operan, aun cuando puedan determinar correctamente los referentes y establecer relaciones entre ellos. Esto es así porque en los ámbitos especializados las definiciones están estipuladas convencionalmente para lograr una mayor precisión en la comunicación y, por ello, no reflejan necesariamente el modo en que el especialista concibe el concepto ni todos los rasgos a los que lo asocia al pensarlo.

Por otro lado, si se postulan conceptos diferentes para una misma unidad, unos vinculados con teorías científicas y otros con sistemas de creencias no científicos, deberían postularse, consecuentemente, tantas entradas léxicas como conceptos científicos y no científicos haya. Jackendoff refiere a este problema al tratar el tipo de conocimiento compartido por los interlocutores en la comunicación especializada: "Cuando uso el término *lenguaje* hablando con un lingüista puedo invocar una asociación que surge de una experiencia compartida en la comunidad de la disciplina lingüística. Cuando uso la palabra hablando con mi dentista, sin embargo, no puedo presuponer estas asociaciones y debo dejarlas de lado para lograr que mi mensaje sea comprendido. Pero no se puede decir que haya dos palabras *lenguaje* en mi vocabulario, una para lingüistas y otra para dentistas" (Jackendoff 2002: 284-5). Mediante este ejemplo, el autor plantea no solo la imposibilidad de trazar diferencias tajantes de ese tipo, sino también su poca utilidad en términos funcionales, ya que la semántica léxica debe ocuparse de todas las conceptualizaciones que se cifran lingüísticamente en palabras. La perspectiva adoptada en esta tesis coincide con la de Jackendoff en este punto, ya que se considera que la distinción entre diccionario y enciclopedia presenta problemas de índole cognitiva que la hacen poco operativa para el análisis semántico.

---

[44] Wüster establece una distinción entre concepto y denominación, por un lado, y significado y signo (i.e. significante), por otro lado: "En terminología se parte del concepto y se busca su denominación, aunque para identificar y fijar un concepto es indispensable contar con una denominación o con algún otro signo. Si se procede a la inversa, es decir, si se parte del signo para llegar al concepto, el concepto se denominará el *significado* del signo, o también, el *sentido* del signo" (Wüster 1998: 39).

No es, pues, en el tipo de conocimiento contenido en los conceptos, sino en el modo de conceptualizar que se encuentran aquellos aspectos pertinentes para explicar la conformación de una configuración conceptual particular del léxico de especialidad.

En efecto, el conocimiento general se basa en conceptos construidos directamente a través de la experiencia y el contacto con el mundo. El conocimiento científico, en cambio, se conceptualiza a través de una estructuración mediatizada por un esquema preestablecido de referencia, que hace que cada concepto ocupe un lugar delimitado y definido en ese esquema (Cabré 1999: 160). Esto es así porque, en el quehacer científico, los conceptos son enlazados con propiedades que no están constituidas por similitudes basadas en cómo se perciben las cosas sino con propiedades esenciales que el referente posee aun cuando no se está en contacto con él. En tal sentido, tal como afirma Fodor (1998), más que un concepto definido por una teoría, se trata de un concepto que se enlaza con determinadas propiedades vía una teoría[45]. Así, mientras que las propiedades conceptuales "comunes" se constituyen a partir de las características superficialmente percibidas de los objetos, las especializadas surgen del análisis de cómo son las cosas realmente según una determinada teoría. De hecho, como quedó dicho en el apartado anterior, la principal diferencia entre las categorías *folk* o naturales y las taxonomías científicas radica en que, mientras unas se organizan a partir de la tipicalidad de ciertas características salientes percibidas en el referente, en las otras opera una suspensión de este criterio a favor de aquellas propiedades del objeto que, aun sin ser típicas o salientes, hacen a la esencia del mismo[46]. En este sentido, en un contexto especializado se produce una suspensión de la tipicalidad: el experto no se basa en la percepción de los rasgos más típicos o salientes del referente, sino en la observación detallada, la experimentación y la reflexión, dentro del marco restringido de una teoría científica.

Esto explica, a su vez, la distinción en la adquisición de unidades léxicas especializadas y unidades léxicas no especializadas, esto es, que los significados especializados se adquieran más tardíamente y de manera no espontánea, siempre en un determinado ámbito científico o técnico. Por ello, todo hablante de español posee el conocimiento común de lo que es, por

[45] De acuerdo con la concepción de Fodor "realmente no hay un concepto técnico de 'agua'; simplemente hay la manera técnica de tener el concepto 'agua' " (Fodor 1998:219).

[46] "Las taxonomías científicas (...) suelen corresponder a clasificaciones muy complejas, [que no se ajustan] a la manera como distribuimos los elementos: alrededor de un nivel básico. Por ello la categorización tradicional sacrifica la "fidelidad" a lo real en aras de un procesamiento más simple y operativo" (Cuenca & Hilferty, 2000: 64).

ejemplo, el oxígeno, pero solo el especialista en ecología vincula este concepto con determinadas propiedades postuladas por una teoría científica (cfr. Cabré *et al.*, 2001: 179).

Finalmente, los conceptos especializados se caracterizan por su complejidad. Propiedades, relaciones causales, funciones, son algunos de los aspectos que la ciencia busca definir para sus referentes. Muchas de las respuestas a tal búsqueda se integran en conceptos altamente complejos en cuanto al número y tipo de asociaciones que articulan. En tal sentido, los resultados del capítulo 4 muestran que la complejidad en las estructuras conceptuales de las unidades léxicas es lo que permite dar cuenta de su actualización como más o menos especializadas en composición con otros conceptos, en un determinado contexto lingüístico.

5.1.2. Los conceptos en el dominio de la ecología

Las conclusiones alcanzadas a patir de las redes semánticas de los textos (cfr. capítulo 3), así como de los paradigmas léxico conceptuales de las unidades léxicas empleadas en ellos (cfr. capítulo 4) constituyen una clara evidencia del grado de complejidad de los conceptos especializados en limnología. Esta complejidad, que surge de la red de inferencias conceptuales que los términos establecen entre sí en los textos así como de su densa estructura semántica, refleja, a su vez, el modo particular en que se construye el conocimiento en este ámbito de especialidad. Por tal motivo; es posible identificar las relaciones conceptuales propias del dominio a partir del análisis de las unidades en sus contextos naturales de empleo.

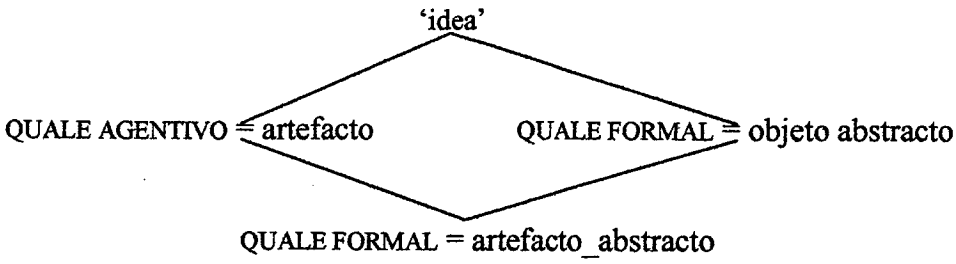
Con el fin de dar cuenta de esta complejidad y explicar cómo los conceptos más complejos se construyen a partir de los más simples, se recurre nuevamente al modelo del Léxico Generativo. En Pustejovsky (1998a, 2001) y Busa *et al.* (2001) se reconocen tres tipos conceptuales que pueden generarse en el léxico: tipos simples, tipos unificados y tipos duales o complejos[47].

Una unidad léxica que denota un tipo simple está asociada a la información relativa a su aspecto formal y/o al constitutivo. En los tipos unificados, en cambio, se implementa el principio de herencia ortogonal, que permite que una unidad léxica pertenezca a múltiples clases según sus diferentes aspectos del significado. Cada dimensión se especifica en términos de un quale. El concepto unificado 'idea', por ejemplo, hace referencia a un objeto mental abstracto, según su quale formal, y a un artefacto creado por el hombre, según su rol agentivo

[47] Pustejovsky (1998a: 336) considera que "desde el punto de vista del desarrollo conceptual, los tipos complejos se aprenden más tarde que los simples o los unificados".

(véase el esquema de 107). Los tipos unificados se crean combinando recursivamente un tipo simple o unificado con elementos adicionales de la estructura de qualia.

(107)



Los tipos complejos o duales (*dot object*), por su parte, involucran más de un tipo conceptual, y suelen manifestarse como ítems sistemáticamente polisémicos. Es el caso de *libro*, que puede denotar 'objeto físico' o 'información', o de *construcción*, que puede referir tanto a un proceso como a un estado. La diferencia del tipo dual con respecto al unificado es que en el tipo dual la combinación de los sentidos está restringida por una relación específica, o sea, que en lugar de sumarse, los sentidos establecen entre sí relaciones, que pueden ser temporales, de parte-todo, de causa efecto, entre otras. Así, el significado de *libro* se estructura mediante una relación de contención –el 'objeto físico' contiene 'información'–, y en *construcción*, la relación entre 'proceso' y 'estado' es una relación temporal de precedencia estricta.

En textos especializados en ecología, los valores actualizados en la configuración semántica del léxico ponen de manifiesto una estructura conceptual en la cual entidades, eventos y cualidades se vinculan de un modo particular. En efecto, el esquema global, construido sobre la base de las redes conceptuales de los seis textos (cfr. 3.2.3.2. *supra*) y que se reproduce aquí como figura 5.1., se puede observar la manera peculiar en que entidades naturales se combinan con la acción de un agente humano, dando lugar a lo que en el capítulo 4 se caracterizó como una cualidad funcional: un especialista toma como parámetro para medir la calidad de un recurso natural el comportamiento de los elementos que allí se encuentran, y el tipo de transformaciones sufridas por estos elementos le permite evaluar en qué medida se ve alterada la calidad del recurso.

El objeto de estudio del limnólogo está constituido por entidades naturales concretas. El tratamiento de estas entidades desde una teoría científica es lo que da lugar a su conceptualización específica en el dominio y, en consecuencia, a la estructuración conceptual de este ámbito especializado. En el capítulo 3 se ha mostrado cómo esta estructuración puede recuperarse a partir de las redes conceptuales de los textos. En este apartado, se intenta

demostrar cómo la configuración conceptual del dominio impacta en la particular configuración semántica de las unidades léxicas, presentada en el capítulo 4. Para ello, se focaliza en las clases conceptuales que constituyen el valor terminológico propio de la limnología: el grupo de los 'contenedores', como *agua*, considerados unidades de tipo unificado y los 'indicadores', como *oxígeno*, que serán tratados conceptualmente como de tipo dual.

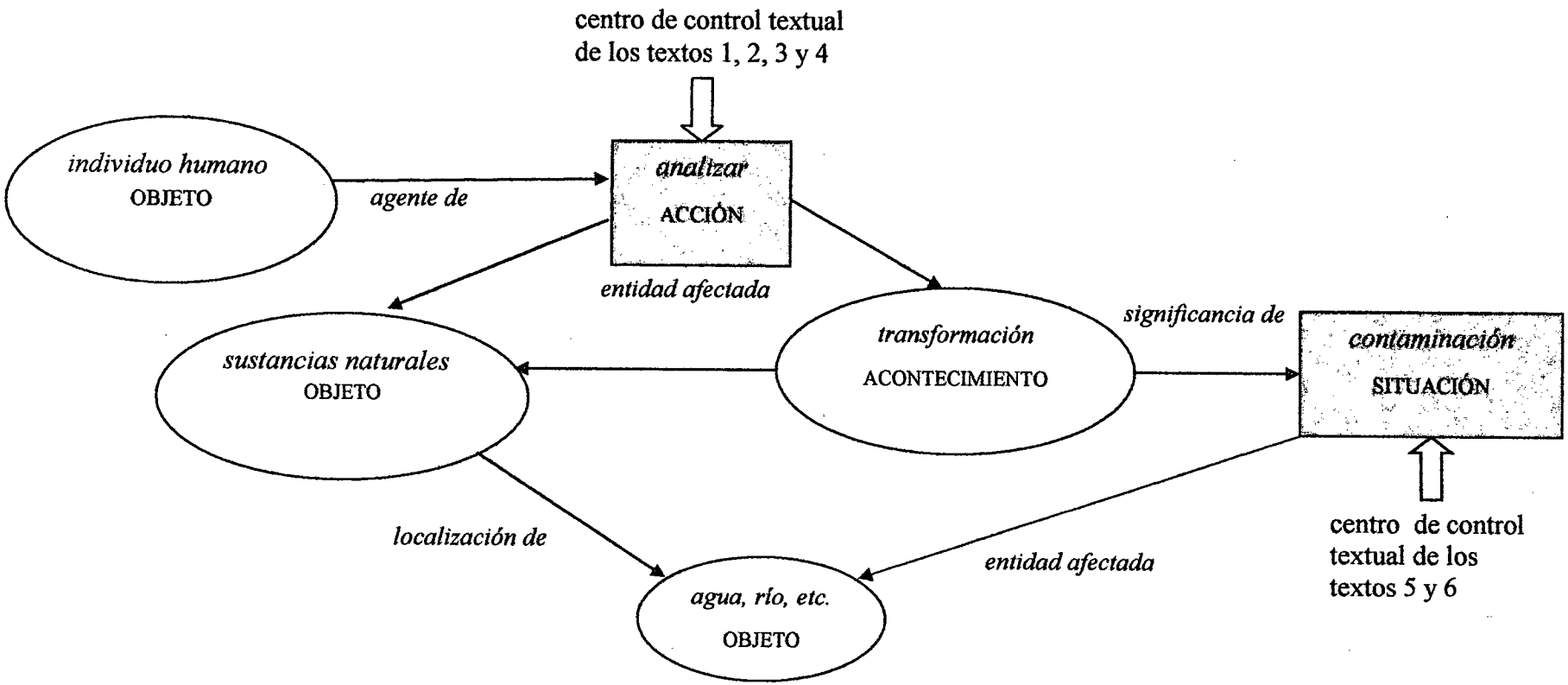


Figura 5.1. Red conceptual global, compartida por los seis textos.

5.1.2.1. El agua: locativo natural

Al haberse producido en el subdominio de la limnología, los textos del corpus estudian el agua como un recurso natural. Por esto mismo es que los sentidos generados para la unidad léxica *agua* en este contexto van más allá de los rasgos 'líquido' y 'bebible', generalmente asociados a esta unidad en la comunicación no especializada, y difieren, además, de *agua* como 'fuente de energía', que puede asociarse a la unidad en otros subdominios de la ecología.

Asimismo, el hecho de que el área temática seleccionada sea la contaminación hídrica explica la asociación entre la cualidad 'contaminación' y la entidad 'agua': para determinar la calidad del agua, el limnólogo estudia el comportamiento de ciertas sustancias que se hallan en ella. Por este motivo, el valor terminológico central de la unidad léxica *agua* en este dominio es el de 'contenedor'. De hecho, en la figura 5.1. se puede observar que los 6 textos analizados coinciden en que *agua* representa una 'localización' de las sustancias analizadas por el hombre. Este aspecto locativo otorgado al referente influye en la estructura semántica del ítem léxico *agua* habilitando el sentido de 'contenedor', que se genera y recupera a partir de ciertos contextos sintácticos (tal como se vio en el capítulo 4 y se retoma en el capítulo 6). Aquí se plantea que este sentido se incorpora a la unidad mediante un proceso de unificación de tipos[48].

En (108) se expone el paradigma léxico conceptual de *agua*, basado en el presentado en el capítulo 4 como (17).

(108) ***agua* como 'locativo natural'**

EA	ARG = y : *agua*
	ARG-S = x : contenido
EE	e_1 : *existir*
	e_2 : *contener*
EQ	AGENTIVO = entidad natural (e_1, y)
	CONSTITUTIVO = locación (e_2, y, x)
	FORMAL = locativo natural $(e_1, y) \bullet (e_2, y, x)$
EH	→ contenedor

[48] Una de las pruebas de que se trata de un sentido especializado, que no surge de una conceptualización espontánea del objeto agua es que la categorización *folk* de *agua* no considera su carácter locativo como un rasgo saliente.

Como se observa en (108), el tipo natural, que identifica el quale agentivo de *agua* en tanto entidad no creada por el hombre, se integra al subtipo locativo del quale constitutivo[49], generado por ligamiento selectivo (ver los contextos activadores del significado de 'contenedor' en los cuadros 4.1., 4.2. y 4.3. *supra*). De este modo, se forma un tipo unificado que puede denominarse 'locativo o contenedor natural' y que caracteriza el quale formal de *agua* en este contexto.

Este valor locativo se proyecta, a partir de la estructura de herencia de *agua*, en los ítems léxicos relacionados conceptualmente. Esto explica que unidades léxicas superordinadas, como *ambiente*, holónimos, como *acuífero* o co-merónimos, como *sedimento*, activen en este contexto el mismo significado de 'contenedor', mediante los mismos procedimientos de ligamiento selectivo del quale constitutivo.

La particular conceptualización de estas entidades como locativos naturales es lo que permite entender, como lo hacen los especialistas en el área, que al analizar el agua se la analice en tanto contenedor. En otras palabras, es lo que explica que "estudiar el agua", en limnología refiera siempre a "estudiar lo que se halla contenido en el agua".

Por otro lado, la predicación de *agua* mediante la cualidad *contaminada* liga el quale télico de esta unidad al introducir la evaluación de un agente humano, que además interviene como origen y como beneficiario –o mejor dicho como perjudicado– de la contaminación (cfr. 4.2.3.). Ahora bien, esta "funcionalización" de la entidad natural 'agua' se produce de modo indirecto, debido justamente a su carácter contenedor, ya que no depende de características del agua en sí, sino del carácter funcional asociado a las entidades contenidas en ella.

5.1.2.2. Las sustancias contenidas en el agua: indicadores naturales

Como ya fue expuesto en el capítulo 4 (cfr. 4.2.1.3. y 4.2.2.1.), las unidades léxicas que denotan entidades contenidas se caracterizan por asociarse con actividades típicas, generalmente manifestadas por expresiones que denotan eventos de cambio de estado como *degradación*, *descomponer* o *mineralización*. Estas actividades constituyen el núcleo de predicaciones que ligan el quale télico, sin llegar a modificar el tipo conceptual del nombre (en 109 se representa el paradigma léxico conceptual de *oxígeno*, mostrando únicamente los

[49] En la estructura de qualia extendida, presentada en Busa *et al.* (2001), se consideran tres subtipos del rol constitutivo: "parte" (tener partes o ser parte de), "locación" (tener en o estar en) y "miembro" (tener miembros o ser miembro de).

qualia constitutivo y télico, que intervienen en la constitución del significado 'entidad contenida').

(109) ***oxígeno* como 'entidad contenida'**
EA ARG = x : contenido
ARG-S = y : contenedor
ARG = w : causa
EE e_2 : *estar en*
e_3 : *transformarse*
EQ CONSTITUTIVO = contenido (e_2, y, x)
TÉLICO = actividad típica (e_3, w, x)

En muchos casos, el proceso natural de cambio de estado introduce consigo un argumento externo de CAUSA (w), que no supone una intencionalidad humana; de allí que la 'actividad típica' no produzca coerción ni de dominio ni de rango en las entidades contenidas, de hecho, estas predicaciones dan lugar a proposiciones naturales (ver *oxígeno* en 110-112).

(110) En el río Luján (cita) el pH y el **oxígeno** disminuyeron río abajo (Texto 1)

(111) Esta materia orgánica se expresa comúnmente por la cantidad de **oxígeno** necesaria para oxidarla totalmente o por el oxígeno que se consume naturalmente durante un tiempo limitado. (Texto 5)

(112) La actividad de las bacterias que degradan requiere de **oxígeno** para llevar la materia orgánica a dióxido de carbono y agua. (Texto 6)

Ahora bien, como se observa en la figura 5.1., el hombre interviene analizando las sustancias contenidas en el agua para comprobar su grado de contaminación; por ello en la estructura argumental de *oxígeno* –así como en las otras unidades léxicas que denotan entidades indicadoras– se debe suponer otro argumento, el agente que realiza la acción de analizar. Esta acción, a su vez, impone al nombre un quale télico directo en el que *oxígeno* deviene 'objeto de análisis' (el paradigma léxico conceptual representado en (113) focaliza en el quale télico, responsable del significado en cuestión).

(113) ***oxígeno* como 'objeto de análisis'**
EA ARG = x : contenido
ARG-S = y : contenedor
ARG = z : agente
EE e_2 : *estar en*
e_4 : *analizar*
EQ TÉLICO = objeto de análisis (e_4 (z, (e_2, x, y))

En los ejemplos (114-116) se puede observar que los eventos 'determinar' –*determinó* en (114) y *determinación* en (115)– y 'estudiar' –*estudiados* en (116)– se asocian a estos

nombres imponiéndoles un télico directo, mediante una coerción del rango conceptual, que "funcionaliza" la entidad natural, de modo tal que ésta es reclasificada, desde el punto de vista taxonómico, como un 'objeto de análisis' (cfr. (50) en capítulo 4).

(114) En cada alícuota se determinó por duplicado: turbidez (por nefelometría), sólidos totales (secado a 103-105°C), oxígeno disuelto (Winkler), DBO (consumo de oxígeno en 5 días) y DQO (método del dicromato de potasio). (Texto 1)

(115) Consiste en una incubación de la muestra de agua durante 5 días a 200 C y la determinación del oxígeno disuelto al comienzo y al final de la misma. (Texto 6)

(116) Los dos componentes más estudiados son el oxígeno (figs. 18-10 y 18-11) y la materia orgánica. (Texto 5)

Por otro lado, en el esquema global de la figura 5.1. se advierte que la situación de contaminación establece una relación de significancia (i.e. "x significa y") con las entidades contenidas, no solo a través de su análisis sino a través del acontecimiento 'transformación'. Esto es así porque las entidades naturales indicadoras no indican contaminación por su sola presencia en el agua sino por los cambios que sufren en ella. Esta compleja concatenación conceptual, que se ha podido recuperar a partir del análisis del nivel del contenido textual, se manifiesta en la estructura semántica de los nombres naturales, dando lugar al significado 'sustancias indicadoras', que se configura semánticamente como un tipo dual que combina dos sentidos: el de 'objeto de análisis' y el de 'instrumento' (este último introducido por predicaciones evaluativas).

En (117-119) se presentan algunos ejemplos en que la entidad natural 'oxígeno' es reinterpretada como un 'instrumento', sin dejar de activar el significado 'objeto de análisis'. Así, en (117) la 'actividad típica' *declinación* es analizada por el limnólogo, quien la evalúa como *fuerte*; y en (118) y (119), las predicaciones evaluativas que coercionan el quale télico 'instrumento' son *excesivo* y *mayor*, que modifican en ambos casos a la 'actividad típica' *consumo*.

(117) La disminución de nitritos y nitratos evidenciada luego de su aumento en paso del Rey y Gorriti, probablemente se deba a la fuerte declinación del oxígeno disuelto. (Texto 1)

(118) Los vertidos deben proscribiese en estuarios, fiordos y rías, donde, en función del régimen hidráulico, pueden determinar un consumo excesivo de oxígeno en estratos determinados. (Texto 5)

(119) En el caso de la llamada contaminación térmica, provocada por los sistemas de enfriamiento de industrias siderúrgicas, papeleras, nucleares, el aumento de la temperatura implica un mayor consumo de oxígeno que afectará seriamente las distintas comunidades que viven en el medio. (Texto 6)

Como se explicó en el capítulo 4, son las predicaciones evaluativas las que permiten postular la existencia del significado 'indicador' que se genera tanto en entidades como en procesos y cualidades naturales, en el dominio de la limnología. En cuanto a su organización conceptual, a diferencia de lo que ocurre en los locativos naturales, en que el significado léxico se construye mediante la unificación de dos tipos ($\text{agentivo}_{\text{natural}}$ + $\text{constitutivo}_{\text{contenedor}}$), en los indicadores el significado especializado se obtiene a partir de un tipo dual, puesto que los sentidos combinados mantienen una relación específica entre sí. Se trata de sentidos que se correlacionan con dos aspectos del quale télico que están vinculados mediante una relación temporal: las entidades naturales pueden devenir índices de contaminación únicamente tras ser analizadas por un especialista, quien evalúa su comportamiento en el agua. En (120) se propone una representación del paradigma léxico conceptual de *oxígeno*, centrada en los qualia télico y formal. En ella se puede observar cómo se relacionan las estructuras argumental y eventiva en cada uno de los aspectos del quale télico y cómo estos dos aspectos del significado –'objeto de análisis' e 'instrumento'– mantienen una relación de precedencia temporal estricta entre sí. Como resultado, el oxígeno es clasificado como indicador, lo cual se pone de manifiesto en el modo en que queda caracterizado el quale formal de la unidad.

(120) *oxígeno* como 'instrumento indicador'
EA ARG = x : oxígeno
ARG = z : agente
EE e_4 : *analizar*
e_5 : *evaluar*
EQ TÉLICO = objeto de análisis • instrumento = $(e_4, z, x) <_{\alpha} (e_5, z, x)$
FORMAL = indicador

En (121-124) se presentan otros contextos que ilustran cómo otros nombres de clase natural activan el significado de 'indicador'.

(121) El fuerte incremento observado de la carga de bacterias de origen fecal podría adscribirse al funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento. (Texto 2)

(122) En ningún caso se encontró la presencia de bacterias Coliformes fecales y Escherichia coli, por lo que se puede deducir que en las muestras analizadas no hay contaminación de tipo fecal. (Texto 4)

(123) La Tabla 1 muestra que en el caso de algunos metales se exceden los limites establecidos para la protección de la vida acuática o para la actividad agropecuaria. (Texto 2)

(124) Casi todos los metales analizados, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los limites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993) y el Código Alimentario Argentino (CAA 1994) para aguas de consumo. (Texto 3)

En (121) y (122), el significado 'objeto de análisis' es impuesto en el nombre *bacteria* por *observar* y *encontrar* (ambos eventos del tipo 'analizar'). A su vez, el significado 'instrumento' es coercionado por *fuerte* en (121), y por una inferencia explicitada por *deducir* en (122). En (123) y (124), la misma predicación evaluativa *ser excesivo* –negada en el último ejemplo– coerciona el significado 'indicador'en el nombre *metales*.

En (125) se reformula el paradigma léxico conceptual presentado en (51), incluyendo los aspectos considerados en este apartado, con el fin de representar la clase semántica 'indicador' en toda su complejidad.

(125) **indicadores_plc**

EA ARG = x
ARG-S = y : locativo
ARG = w: causa
ARG = z : agente

EE e_1 : *existir*
e_2 : *estar en*
e_3 : *transformarse*
e_4 : *analizar*
e_5 : *evaluar*
$((e_2 \circ_\alpha e_3) <_\alpha e_4) <_\alpha e_5$

EQ AGENTIVO = entidad natural (e_1, x)
CONSTITUTIVO = contenido (e_2, x, y)
TÉLICO = objeto de análisis • instrumento = $(e_4, z, x) <_\alpha (e_5, z, x)$
FORMAL = indicador

La representación de (125) pone de manifiesto que los indicadores proyectan tres argumentos: un locativo (y), en tanto siempre denotan sustancias que se encuentran en el agua; una causa (w), que, al igual que el locativo, puede explicitarse o no[50], y un agente (z), quien analiza la

[50] En (110), por ejemplo, aparece el locativo *río Luján*, y en (121) se manifiesta la causa *funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento*.

entidad natural primero y evalúa su transformación luego, otorgándole así la función de indicador de la calidad del agua a la entidad.

La estructura eventiva de este tipo de términos se compone de cinco eventos asociados: el primero, *existir* (e_1), responde al carácter no creado de las entidades indicadoras e identifica su quale agentivo; el segundo, *estar en* (e_2), da cuenta de la relación de contención que las caracteriza, determinando su quale constitutivo. Asimismo, las transformaciones naturales (e_3) que estas entidades sufren en el agua son analizadas (e_4) por el especialista y luego evaluadas (e_5), con el fin de establecer el grado de contaminación hídrica de la que son parámetro. Las dos funciones que las sustancias contenidas en el agua tienen para el limnólogo –como objeto de análisis y como instrumento– determinan la construcción de un tipo dual, representado en el quale télico de la entrada léxica (objeto de análisis • instrumento), a partir de lo cual estas unidades léxicas son reinterpretadas semánticamente como 'indicadores' en su rol formal.

Todos los indicadores lo son de la calidad del agua, pero cada indicador puede estar asociado a diversos argumentos CAUSA, que, en su mayoría, tienen su origen en actividades humanas. En (126), por ejemplo, la causa de la concentración de metales es su vertido intermitente; en (127) es el uso de jabones y detergentes lo que causa la disminución de oxígeno, y en (128) las concentraciones de metales se ligan con la presencia de centrales termoeléctricas en la zona estudiada.

(126) La falta de patrones espaciales definidos en la concentración de metales pesados es atribuible al vertido de los mismos en forma intermitente. (Texto 1)

(127) El gran uso de jabones y detergentes puede provocar la aparición de espumas sobre la superficie de los ríos que dificultan el intercambio gaseoso con la atmósfera llevando a disminuciones más marcadas del oxigeno disuelto. (Texto 6)

(128) Llama la atención la presencia de concentraciones ligeramente superiores de algunos metales como Cu, Mn, Fe y Pb en el pozo muestreado en la localidad de El Bracho. En esta localidad se encuentra un grupo de cuatro centrales termoeléctricas que abastecen de energía a la provincia de Tucumán y el resto del NOA. (Texto 3)

Por otro lado, tal como puede observarse en (129-130), 'contaminación' es una cualidad gradual (cfr. 4.2.3.); por ello, las predicaciones evaluativas respecto de la modificación de las sustancias indicadoras se organizan según una escala de referencia. De allí que la transformación –cualitativa, cuantitativa o locativa– que afecta a las sustancias contenidas constituya un nodo conceptual a nivel textual así como un aspecto del significado léxico de los indicadores.

(129) La magnitud con que las máximas concentraciones de metales pesados superaron los límites permitidos para la protección de la vida acuática refleja la gravedad de la situación. (Texto 1)

(130) Las formas de crecimiento de *Sphaerotilus natans* y de otras bacterias son función de las características del medio y, en este sentido, tienen valor indicador. (Texto 5)

En la figura 5.2. se propone una esquematización de cómo se genera el significado 'indicador' como un tipo dual.

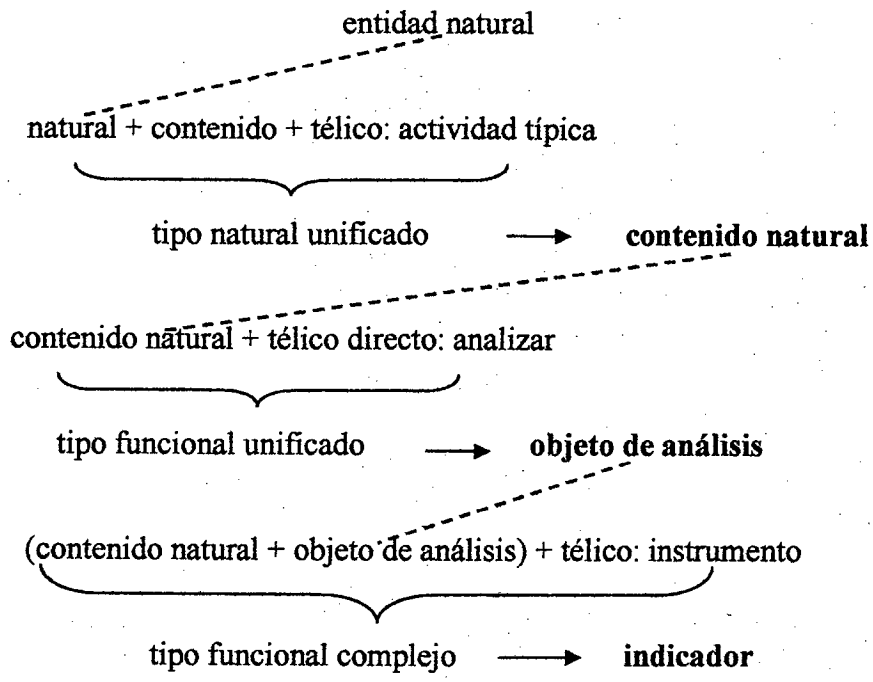


Figura 5.2. Esquema de la construcción del significado especializado de 'indicador'

Así pues, los nombres *oxígeno*, *bacterias*, *rotíferos*, etc. denotan entidades naturales, contenidas en el agua, y que se transforman. Estas tres características se reflejan en la forma en que se realizan el quale agentivo (=natural), el quale constitutivo (=contenido) y el quale télico (=actividad típica), que son los aspectos del significado que se unifican generando el tipo natural 'contenido natural'.

Este contenido natural es lo que el limnólogo estudia para diagnosticar la calidad de un curso de agua, lo que explica que estos nombres activen un valor intencional en relación con el evento 'analizar', que impone un rol télico. Este valor se integra al de 'contenido natural' dando lugar a un tipo unificado funcional 'contenido natural + objeto de análisis'.

Pero, el análisis de lo que hay en el agua tiene como finalidad evaluar si ésta está contaminada, con lo cual, además de actualizar un télico directo, estos nombres actualizan un valor instrumental. La unión de ambos sentidos, que da lugar al sentido 'indicador', es interpretada como un tipo dual puesto que no se suman simplemente sino que el evento de 'analizar' precede necesariamente al de 'evaluar'.

De este modo, afirmar que en el contexto de la ecología ciertos nombres de clase natural adquieren el significado especializado de 'indicadores' equivale a postular que la organización conceptual del dominio determina una estructura semántica de los nombres que denotan entidades naturales en la que los múltiples aspectos del significado se estructuran a partir de una relación temporal en la que 'objeto de análisis' precede necesariamente a 'instrumento'.

5.1.3. La relación entre conceptos, términos y textos

El hecho de que los significados 'locativo' e 'indicador', que caracterizan la estructura semántica de los nombres de clase natural en el ámbito de la limnología, se correspondan con la estructura conceptual de los textos de especialidad producidos en ese dominio demuestra que el conocimiento del hablante especialista respecto de aquello que constituye su objeto de estudio integra el significado del léxico especializado. Se puede afirmar, entonces que en el contexto de la ecología, la unidad léxica *agua* activa el valor terminológico de 'locativo' y *oxígeno*, el de 'indicador', que el primero surge de la unificación de 'natural' y 'contenido' (ver 131), y que el segundo constituye un tipo dual en el que la unificación de 'natural' más 'contenido' más 'objeto de análisis' precede temporalmente a 'instrumento' (ver 132).

(131) *agua* = $\text{Agentivo}_{\text{natural}} + \text{Constitutivo}_{\text{contenedor}}$

(132) *oxígeno* = $(\text{Agentivo}_{\text{natural}} + \text{Constitutivo}_{\text{contenido}} + \text{Télico}_{\text{objeto\_análisis}}) <_{\alpha} \text{Télico}_{\text{instrumento}}$

Por otro lado, la posibilidad de relevar estos valores a partir del modo en que las unidades se combinan entre sí en contexto demuestra que se trata de activaciones semánticas que acarrean consecuencias en el plano sintáctico. Por ello se ha podido recuperar esta información a partir de evidencia sintáctica. En tal sentido la aplicación del modelo del Léxico Generativo permitió establecer las regularidades necesarias no solo para postular la existencia de los locativos y los indicadores como las dos clases semánticas centrales alrededor de las cuales se configura el dominio, sino también para reconocer cuáles unidades léxicas activan uno u otro significado en contexto.

Así, por ejemplo, en (133), el nombre *rotíferos* activa el significado de 'indicador', impuesto por la predicación evaluativa *abundantes*. En (134) *disminuye* genera el significado 'indicador' en el nombre *algas*, y *abajo* activa el significado 'locativo' de *agua*. Asimismo, en (135) *metales* es un 'indicador' y *sedimentos* y *aguas subterráneas* son interpretados como 'locativos' en virtud del contexto preposicional con *en*. El mismo tipo de contexto activa el significado de 'locativo' en *aguas subterráneas* del caso ilustrado en (136), en el que el 'indicador' es también *metales*.

(133) Los rotíferos fueron más abundantes que los crustáceos. (Texto 1)

(134) Aguas abajo, la producción de las algas disminuye. (Texto 5)

(135) Por otra parte, se determinó que el contenido de metales es muy elevado en los sedimentos y en las aguas subterráneas. (Texto 2)

(136) Por tal motivo se realizó un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de este sector. (Texto 3)

Asimismo, estos significados especializados que se generan en contextos específicos pueden activarse, por herencia proyectiva, en las unidades léxicas conceptualmente vinculadas. Así 'locativo' se genera tanto en *arroyo*, como en su merónimos *aguas* y *sedimentos* (137). Del mimo modo, el significado 'indicador' se activa tanto en *organismo* (138) como en su hipónimo *fitoplancton* (139), y en *Cyanophyceae* (139), hipónimo, a su vez, de *fitoplancton*.

(137) a) evaluar los niveles de concentración total de metales en el arroyo, ya sea en las aguas como en los sedimentos (Texto 2)

(138) Se calculó la cantidad de organismos en individuos por litro (ind/L). (Texto 1)

(139) La abundancia total de fitoplancton varió entre 1,5 y 55000 ind/L, con un promedio de 6,4000 ind/mL. Chlorophyceae (41%), Bacillariophyceae (38%) y Cyanophyceae (19%) fueron las clases dominantes. (Texto 1)

Por otro lado, cabe notar que los significados activados en el contexto particular de la ecología no "desactivan" los aspectos del significado que el ítem tiene por herencia fija, es decir, aquellos asociados a los nombres que denotan clases naturales a partir de las taxonomías básicas de las ciencias naturales. Así pues, en ecología las Cyanophyceae son 'un_tipo_de indicador' a la vez que 'un_tipo_de alga', con lo cual, su configuración semántica se resuelve, en realidad, mediante una herencia múltiple del tipo de la representada en la figura 5.3.

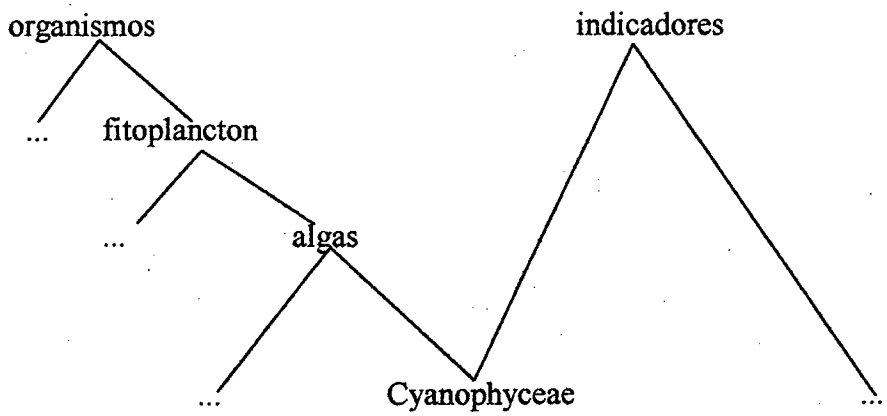


Figura 5.3. Ejemplo de la herencia múltiple en *Cyanophyceae*.

Al analizar las unidades semánticamente más inclusivas y advertir cómo los significados generados en el contexto de la ecología se suman a los que estos ítems ya poseen por tratarse de entidades presentes en las taxonomías de la biología y la química, se pone en evidencia el carácter de "disciplina de cruce" que la ecología tiene en tanto campo interdisciplinario (cfr. 2.2.). Pero además estas unidades genéricas (como *organismo* o *individuo*) han resultado una de las pistas clave para analizar los condicionamientos pragmáticos del significado especializado, en la medida en que su funcionamiento en los textos pone de manifiesto las consecuencias de los diferentes grados de especialización en el nivel de la semántica del léxico, como se verá en la siguiente sección.

5.2. Condiciones pragmáticas de la configuración semántica de los términos

Conocer una unidad léxica implica conocer no solo la información fonológica, morfológica, sintáctica y semántica asociada a ella, sino también la pragmática, es decir, la información que orienta al hablante acerca de las situaciones en las que es apropiado utilizar tal unidad. En este sentido, es posible recurrir al criterio pragmático para distinguir entre léxico común y léxico especializado, sobre la base de que este último se emplea para la comunicación entre expertos en y sobre los diversos campos del saber especializado (cfr. Cabré 1999: 26). Esta investigación, sin embargo, no se centra en la distinción entre término y palabra sino en la descripción y el análisis del significado del léxico especializado en su contexto natural de empleo. Por ende, esta distinción pragmática es tomada como punto de partida para postular que palabras como *alga*, *ácido* o *bacteria* adquieren un valor terminológico al utilizarse en un contexto especializado. Es decir que la condición pragmática básica para poder postular la existencia de un significado especializado es que el contexto de uso sea especializado. En el capítulo 3 se explicó que el contexto natural de empleo de los términos son los textos de

especialidad, que fueron definidos como productos verbales de registros comunicativos, realizados principalmente por especialistas, que se refieren a temáticas propias de un área de conocimiento y presentan subclases en función del grado de especialización (cfr. 3.3.).

En esta sección se analiza el modo en que factores de orden pragmático –básicamente, situacionales y funcionales– influyen en la configuración semántica de las unidades dentro de los textos especializados en ecología.

La Teoría Comunicativa de la Terminología contempla ciertos parámetros que causan variación terminológica: "Los términos participan de la variación que existe en el lenguaje como hecho comunicativo. Dicha variación puede, por ejemplo, estar determinada por parámetros topolectales (espacio), cronolectales (tiempo) y sociolectales (registros y diferentes perspectivas grupales)" (Morel & Rodríguez 2001: 40-1). Al respecto, los mismos criterios con que el corpus fue seleccionado descartan el tipo de variación planteado en Morel & Rodríguez, ya que se trata de textos producidos recientemente, en español, que circulan en el ámbito académico formal (cfr. 2.2.). Asimismo, y en concordancia con el enfoque de múltiples niveles adoptado para analizar los textos, los parámetros pragmáticos que se toman en cuenta coinciden con los trabajados en cada uno de los módulos textuales, que ya fueron caracterizados en el capítulo 3 (cfr. 3.2.).

Los resultados surgidos del análisis de cómo los aspectos pragmáticos impactan en la semántica del léxico de especialidad se asemejan a los relativos a la variación conceptual, obtenidos por Ciapuscio, sobre todo, en lo que hace a cómo intervienen en el nivel de la forma los factores textuales de orden superior, como la función, el tema y la situación (cfr. Ciapuscio 2003: 68). Lo que diferencia ambos trabajos, además del modelo adoptado para analizar el significado léxico[51], es que Ciapuscio se centra en los cambios que se producen cuando los mismos términos empleados en la comunicación entre expertos se usan en la divulgación periodística. Por otra parte, la orientación principal de su investigación es del término hacia el texto: "el examen interno de los esquemas conceptuales –los vínculos entre las categorías y subcategorías– parece ser una herramienta productiva para el análisis de la densidad conceptual, puesto que permite realizar afirmaciones fundadas sobre el grado de compresión y entrañe en la información conceptual que incluyen los textos y, así, simultáneamente, proveer argumentos empíricos en cuanto al grado de especialización de los

[51] Ciapuscio (2002 y 2003) estudia el nivel del léxico mediante el modelo de la lexicología vertical de Wichter (cfr. Ciapuscio 2003: 36-42).

textos" (Ciapuscio 2003: 68). En el corpus de esta tesis, en cambio, incluso los textos menos especializados han sido producidos por expertos, destinados a la formación de semi-especialistas. Por otro lado, y puesto que el objetivo de esta investigación es explicar la semántica del léxico especializado, la orientación ha sido de los textos a los términos.

Uno de los principios sobre la variación en terminología es postulado por Cabré del siguiente modo. "Todo proceso de comunicación comporta inherentemente variación, explicitada en las formas alternativas de denominación del mismo concepto (sinonimia) o en la apertura significativa de una misma forma (polisemia). Este principio es universal para las unidades terminológicas, si bien admite diferentes grados según las condiciones de cada tipo de situación comunicativa. El grado máximo de variación lo cumplirían los términos de las áreas más banalizadas del saber y los que se utilizan en el discurso de registro comunicativo de divulgación de la ciencia y de la técnica; el grado mínimo de variación es el propio de la terminología normalizada por comisiones de expertos; el grado intermedio lo representa la terminología usada en la comunicación natural entre especialistas" (Cabré 1999: 85). Retomando los términos de esta autora, el tipo de variación del que se da cuenta es del significado (polisemia) y no denominativa (sinonimia)[52] y el grado de variación que es esperable encontrar en los términos analizados es intermedio.

Asimismo, el valor conceptual de las unidades léxicas puede verse modificado por una variación horizontal o a una variación vertical, según se tenga en cuenta el dominio especializado en el que los textos fueron producidos o el grado de especialización que manifiestan (Cabré 1999: 168-9).

En el primer caso, la "horizontalidad" se establece entre textos de una misma clase textual, pero producidos en dominios diferentes. El ámbito determina el significado especializado del léxico empleado en los textos (como puede ser *masa* en física vs. *masa* en sociología) y también influye en las máximas retórico-estilísticas que caracterizan a cada clase textual en cada disciplina (piénsese, por ejemplo, en las diferencias formales entre los artículos de investigación científica de las ciencias experimentales y los de las humanidades).

En el segundo caso, el de la "verticalidad", se dan modificaciones, dentro de un mismo dominio, que responden a la finalidad comunicativa (esto es, al nivel funcional en el modelo textual de múltiples dimensiones), vinculadas, a su vez, con el rol social de los interlocutores

[52] La variación denominativa (cfr. Freixa 2003) que, de hecho, se ha encontrado en el corpus se produce básicamente entre ítems formalmente opacos y sus equivalentes lingüísticos (véase 2.4. en esta tesis y Kuguel 2001a).

y con su relación (nivel situacional). Todos estos parámetros suelen redundar en la elección del género discursivo: así, mientras el artículo de investigación se emplea para comunicar conocimiento especializado entre pares, el manual es el género comúnmente seleccionado para transmitir tal conocimiento a aprendices.

El tipo de variación que cabe esperar en el corpus examinado es el de la verticalidad, puesto que los textos seleccionados fueron producidos en un mismo dominio y difieren en el grado de especialización (cfr. 3.2.). En lo que sigue se analizará, precisamente, qué tipo de rasgos se generan según el nivel de especialización textual y cómo estos rasgos se presentan de manera diferente en la superficie textual según la mayor o menor especialización del texto. En este sentido, la variación vertical se estudiará teniendo en cuenta dos ejes: el de la presuposición versus la explicitación (5.2.1.) y el de la especificación versus la subespecificación (5.2.2.). Para clasificar los parámetros se ha recurrido al modelo textualista desarrollado en el capítulo 3, y para describir el impacto en el nivel conceptual se sigue el modelo del Léxico Generativo, ya expuesto en el capítulo 4.

5.2.1. Presuposición vs. explicitación

Los roles adoptados por destinador y destinatario de los textos, así como la finalidad que guía la comunicación entre ellos no solo condicionan la posibilidad de generación del significado especializado de los ítems analizados sino que determinan, además, la cantidad de información presupuesta. A continuación se analiza la relación que se establece entre el grado de especialización de los textos y los significados especializados identificados como los centrales del dominio –'locativo natural' e 'indicador'– que se trabajaron en el capítulo 4 y el apartado 5.1. de este capítulo.

En el caso del locativo *agua*, por ejemplo, en los cuatro primeros textos –producidos por especialistas en limnología y destinados a pares– el valor terminológico de esta unidad como 'locativo' se da por supuesto. Esto es así porque en ellos la función informativa se centra en el tipo y la cantidad de sustancias contenidas en el ella, que es lo nuevo para el destinatario y lo necesario para lograr la meta directivo-demostrativa del texto. Lo mismo ocurre en el texto 5, manual universitario –destinado a aprendices avanzados–, cuya función predominante es informar acerca del modo de reconocer y medir tales sustancias. Es interesante notar que el único texto en el que el carácter de contenedor del agua se presenta como información nueva es el texto 6, que ha sido caracterizado como el menos especializado del corpus y que presenta el mayor grado de asimetría entre los interlocutores: productor especialista en limnología y

destinatario docente de biología de escuela media. Sólo en este texto se explicita el carácter de 'locativo natural' del agua:

(140) El agua químicamente pura no existe en la naturaleza. Dada su movilidad y su alto poder disolvente, el agua lleva en solución o suspensión muchas sustancias. Los elementos que pueden encontrarse en las aguas naturales están resumidos en la siguiente clasificación...

Algo similar se observa al analizar la información relativa al carácter de 'indicador' de ciertas unidades léxicas. En el caso del nombre *oxígeno*, mientras que en el texto 1 suele darse por supuesto (ver 141), en el texto 6, en cambio, se explicita claramente (ver 142).

(141) Se notó un mayor deterioro de la calidad del agua río abajo, manifestando gradientes o un cambio brusco después de la desembocadura del arroyo Morón, altamente contaminado. Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad aumentaron aguas abajo, mientras que oxígeno disuelto y pH disminuyeron. (Texto 1)

(142) Observar la contaminación puede ser accesible (no siempre), pero medirla es otra cosa. Para ello se han estandarizado ensayos. La determinación de oxígeno disuelto consiste en una determinación química simple (titulación), aunque en la actualidad suelen usarse medidores electrónicos de concentración de oxígeno. Por regla general se considera que una concentración inferior a los 5 miligramos por litro provoca la muerte de casi todos los peces y de gran parte de la biota. (Texto 6)

Lo mismo ocurre con *bacteria*: el significado de 'indicador', explicitado en (143) mediante un contexto definitorio, es presupuesto en los ejemplos (144) y (145), extraídos de los textos más especializados, en los que este significado se considera información ya conocida y compartida por los interlocutores.

(143) Un organismo indicador clásico es la bacteria *Escherichia coli*. La presencia de esta especie en un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana, ya que sólo se reproduce en el tracto digestivo del hombre. (Texto 6)

(144) En ningún caso se encontró la presencia de bacterias coliformes fecales y *Escherichia coli*, por lo que se puede deducir que en las muestras analizadas no hay contaminación de tipo fecal. (Texto 4)

(145) El incremento de las bacterias de origen fecal pone en duda la eficiencia del proceso de tratamiento de los efluentes cloacales. (Texto 2)

El mismo tipo de contraste se produce con *Cianofitas* en (146) y (147), y con *metales* en (148), (149) y (150).

(146) En general, a lo largo de este río, las *Cyanophyceae* se encuentran asociadas, durante todo el año con *Bacillariophyceae* y *Chlorophyceae*, lo que señala una condición de moderada contaminación salvo en períodos estivales. (Texto 1)

(147) *Euglena spp.* y Cianofitas indican la presencia de importantes cantidades de materia orgánica. (Texto 6)

(148) Las concentraciones de metales disueltos encontradas en el agua del río superaron ampliamente los límites para la protección de la vida acuática. (Texto 1)

(149) Teniendo en cuenta los metales que se tomaron como indicadores de contaminación, con excepción del As, se puede observar que sus concentraciones están por debajo de los límites establecidos por la OMS (1993) y el CAA (1994), y que todos ellos están dentro de los rangos de valores normales en aguas naturales. (Texto 3)

(150) En líneas generales se pueden distinguir varios grupos de contaminantes. Determinados elementos, principalmente metales, son esencialmente conservativos; se transfieren de unos a otros compartimentos, pero no se destruyen. Sus efectos dependen de su concentración y muy principalmente de la especie química en cuya forma se encuentran. Puesto que esta forma molecular cambia, frecuentemente por la acción de los mismos organismos, su toxicidad depende del funcionamiento del ecosistema. (...) Son más peligrosos los metales que forman fácilmente compuestos orgánicos, y el ejemplo más divulgado es el del mercurio, que forma compuestos metilados por la actividad orgánica en los sedimentos. Bajo otras configuraciones moleculares resulta mucho menos peligroso para los sistemas orgánicos.(Texto 5)

En (146), el significado 'indicador' es coercionado por la predicación introducida por el verbo *señalar* y el adjetivo *moderada*, y en (147), por *indicar* e *importante*. En (148) y (149), en cambio, el carácter indicador de *metales* se genera por el quale télico impuesto por predicaciones evaluativas: *superar ampliamente*, en el primer caso, y la expresión *estar por debajo*, en el segundo caso. Por último, obsérvese que tanto en el manual universitario (ejemplo 150) como en uno de los artículos de investigación (ejemplo 149) se explicita el significado de 'indicador' de los metales. En el manual –cuya perspectiva sobre el tema es didáctica– este valor terminológico de la unidad se presenta como información nueva, constituyendo el núcleo temático de un segmento expositivo-explicativo; en el texto 1, en cambio, si bien se explicita, la información no se topicaliza, ya que al tratarse de un texto más especializado, se supone compartida por destinador y destinatario.

En conclusión, los dos significados especializados analizados en este trabajo aparecen presupuestos en los textos 1, 2, 3 y 4 del corpus, puesto que son los textos producidos por especialistas en limnología y destinados a pares, en los que la función informativa se centra en el tipo y la cantidad de sustancias indicadoras, que es lo nuevo para el destinatario y lo necesario para lograr la meta directivo-demostrativa predominante. Los mismos parámetros textuales –situación, función y perspectiva temática– dan cuenta del fenómeno inverso; esto es, la explicitación del significado terminológico de las unidades léxicas en los textos 5 y 6, caracterizados como menos especializados, en los que se adopta una perspectiva didáctica sobre el tema y en los que existe una relación asimétrica entre los interlocutores.

5.2.2. Especificación vs. subespecificación

El segundo aspecto por el que la configuración semántica del léxico se encuentra condicionada pragmáticamente está vinculado con el modo en que los nombres genéricos especifican su significado en contexto.

Entre los nombres que denotan clases naturales, un grupo –al que se denomina "genéricos"– se caracteriza por presentar un alto grado de subespecificación semántica (ver cuadro 5.1.). La noción de generalidad se distingue de la vaguedad o la laxitud. Una palabra como *joven* es vaga en la medida en que los criterios que gobiernan su uso no son fáciles de precisar: ¿a qué edad se deja de ser joven o se comienza a serlo? La palabra *círculo*, en cambio, es fácilmente definible pero suele usarse de manera laxa: en *Los chicos se sentaron formando un círculo*, por ejemplo, nadie imagina que se trate de un círculo exacto. Finalmente, la palabra *vegetal* es tan claramente delimitable como la palabra *árbol* e igualmente estricta en su aplicación, lo único que las distingue es que *vegetal* es más general, es decir, es genérica semánticamente, en el sentido que denota una clase más inclusiva y que su significado es menos básico, es decir, que se encuentra más lejano de la experiencia concreta cotidiana (Cruse 2000: 51-2).

nombres genéricos	**Texto 1**	**Texto 2**	**Texto 3**	**Texto 4**	**Texto 5**	**Texto 6**
compuesto		1			21	10
concentración	10	21	27		72	14
elemento			14	1	25	9
especie	8	3			21	16
género	4	2			2	1
grupo	14	1	1		10	6
individuo	12				6	1
materia	2	3	1		41	22

material			5		30	6
organismo	3				66	34
partícula					5	14
población	3	2	1		9	8
sistema	2	4	1		44	6
sustancia	1	1			7	36

Cuadro 5.1.: Nombres genéricos del corpus con frecuencia por texto.

En todos los textos del corpus nombres de este tipo tienden a aparecer especificados. Ya sea mediante el mecanismo de ligamiento selectivo o el de coerción de tipo se focaliza un sentido particular del nombre genérico especificándose alguno de los qualia; esto se hace mediante la combinación con complementos adjetivales y preposicionales o mediante recursos textuales como la anáfora o la catáfora.

Así en (151-156), por ejemplo, los complementos de los nombres genéricos *compuesto, sistema, material* y *sustancia* ligan el quale agentivo especificando si las entidades denotadas son 'entidades naturales', como en (151) y (152), o 'artefactos' creados por el hombre, como en (153-156).

(151) **compuestos** *naturales* (Texto 6)

(152) **sistema** *natural* (Texto 6)

(153) **material** *manufacturado* (Texto 5)

(154) **sustancia** *de origen antrópico* (Texto 1)

(155) **sustancia** *sintética* (Texto 6)

(156) **compuestos** *sintéticos* (Texto 6)

En (157-166) se ilustran otras concordancias textuales en las que los complementos ligan el quale formal de *elemento, materia, material, organismo, sustancia, especie* y *género.*

(157) **materia** *orgánica* (Textos 1, 2, 3 y 6) / *biodegradable* (Texto 1) / *fecal* (Texto 6)

(158) **material** *loéssico* (Texto 3) / *coagulado* (Texto 5) / *calizo* (Texto 5) / *sólido* (Texto 5) / *inerte* (Texto 5)

(159) **organismos** *superiores* (Texto 5) / *vegetales* (Texto 5) / *saprófitos* (Texto 6)

(160) **sustancias** *orgánicas* (Texto 6) / *no biodegradables* (Texto 6) / *nitrogenadas* (Texto 6) / *fosforadas* (Texto 6)

(161) El As es un **elemento** altamente nocivo para la salud. (Texto 3)

(162) Las muestras que contienen cromo corresponden a industrias que utilizan dicho **elemento** en su proceso. (Texto 4)

(163) Elementos como el cloro, el sodio, etc., tienden a hallarse en concentraciones más bajas cuando el flujo es mayor, de manera que la cantidad total transportada de dichas **sustancias** varía menos que el flujo del río. (Texto 5)

(164) El cobre se une a las membranas abandonadas por las células, que pueden tener efectos defensivos en **organismos** tales como las clorofíceas. (Texto 5)

(165) **especies** de *clorofitas* (Texto 1) / de *rotíferos* (Texto 1) / de *Fragilaria* (Texto 5) / de *fitoplancton* (Texto 5) / de *fitoplancton* (Texto 1)

(166) las enterobacterias de los **géneros** *Salmonella* y *Shiguella* (Texto 6)

En todos estos ejemplos, la especificación semántica dada por el contexto permite establecer una relación tipológica entre la entidad designada por el nombre genérico y otra jerárquicamente inferior en la taxonomía. Así, *orgánica*, *biodegradable* y *fecal* en (157) estipulan el tipo de materia; *loéssico*, *coagulado*, *calizo*, *sólido* e *inerte* en (158), el tipo de material; *superiores*, *vegetales* y *saprófitos*, el tipo de organismos, y *orgánicas*, *no biodegradable*, *nitrogenadas* y *fosforadas* en (160), el tipo de sustancias. En (161), (162) y (163) el alcance de los genéricos *elemento* y *sustancia* se restringe por anáfora y en (164) *organismos* es especificado mediante catáfora. En todos los casos, los complementos ligan el quale formal, acotando su alcance genérico sin modificar su carácter natural.

Mientras que unidades léxicas como *materia* o *sustancia* son nombres que, fuera de contexto, se caracterizan porque su quale formal se encuentra subespecificado (semánticamente, ambos nombres constituyen nodos superordinados muy superiores de taxonomías jerárquicas), en *concentración* o *individuo* el rol que requiere especificación es el constitutivo puesto que una concentración es siempre una concentración de elementos y un individuo es parte de un grupo, pero en ninguno de los dos casos esto queda especificado en el contenido semántico de estos nombres. En (167-177) se presentan algunos contextos en los que estos nombres tienen ligado el quale constitutivo mediante complementos adjetivales y preposicionales.

(167) **clases** *algales* (Texto 1) / de *fitoplancton* (Texto 1)

(168) **compuestos** de *metales* (Textos 2 y 5) / de *sodio* y otros *elementos alcalinos* (Texto 6)

(169) **comunidades** *polisaprobias* (Texto 5)

(170) **concentración** de *metales* (Textos 1 y 2) / de *oxígeno* (Textos 1, 5 y 6) / de *fósforo* (Texto 5) / de *materia orgánica* (Texto 5) / de *sustancia tóxica* (Texto 6)

(171) **grupos** de *zooplancton* (Texto 1) / del *género Pseudomonas* (Texto 2) / de *vertidos domésticos* (Texto 6)

(172) los *metales* del **grupo** del hierro (Texto 5)

(173) Las muestras de *zooplancton* se obtuvieron filtrando 100 L de agua, (...). Se calculó la densidad de organismos en **individuos** por litro (ind/L). (Texto 1)

(174) El efecto del *hombre* sobre el ambiente no se puede evaluar, por consiguiente, sólo a base del número de **individuos** o densidad de población. (Texto 5)

(175) **partículas** *detríticas* (Texto 5)

(176) **población** de *cianoficeas* y *dinoflageladas* (Texto 5) / *vegetal* (Texto 6)

(177) **sistemas** *orgánicos* (Texto 5) / *binarios* (Texto 5) / de los *saprobios* (Texto 5) / *nervioso* (Texto 6)

En (167), por ejemplo, tanto el adjetivo *algales* como el complemento preposicional *de fitoplancton* especifican las partes que componen las clases en cada caso. En (173), queda claro que los individuos mencionados son parte del zooplancton. Por otro lado, en (176), el complemento preposicional *de cianoficeas y dinoflagladas* y el adjetivo *vegetal* ligan el quale constitutivo de *población* especificando los elementos que la componen en cada caso.

Finalmente, existe una serie de nombres genéricos en los que el contexto especifica el quale télico. En ellos, la predicación introducida impone un agente, con lo cual se produce una coerción que solo afecta el rango conceptual del nombre, puesto que éste sigue denotando una entidad, pero de tipo funcional. Tanto *tóxico* como *resistente* o *patógeno* constituyen predicaciones evaluativas en las que un individuo humano considera que algo es tóxico, resistente o patógeno. De este modo la entidad denotada por el nombre es funcionalizada y reinterpretada como un instrumento en virtud de su quale télico (véase 178-186).

(178) **material** *eutrofizante* (Texto 5) / *radiactivo* (Texto 5)

(179) **organismos** *cultivables* (Texto 2) / *resistentes* (Textos 2 y 5) / *indicadores* (Textos 5 y 6) / *patógenos* (Texto 5) / *utilizados para ensayos* (Texto 5) / *degradadores* (Texto 6)

(180) **sustancias** *tóxicas* (Textos 2 y 4)) / *de acción de superficie* (Texto 5) / *incrustantes* (Texto 5) / *corrosivas* (Texto 5) / *oxidantes* (Texto 5)

(181) Las moléculas orgánicas de síntesis (...) que el hombre utiliza para oponerse al desarrollo de **organismos** que considera *indeseables* (...) (Texto 3)

(182) **comunidad** *indicadora* (Texto 6)

(183) **especies** *resistentes* (Texto 5) / *cultivables* (Texto 5)

(184) esta[*Escherichia coli*] **especie** en un cuerpo de agua *indica* contaminación con materia fecal (Texto 6)

(185) Las cepas se *caracterizaron* bioquímicamente *mediante* el **sistema** API20E (BioMerieux). (Texto 2)

(186) **sistema** *regulador* (Texto 5) / de *recuperación* (Texto 5) / de *enfriamiento* (Texto 6)

En (179), por ejemplo, tanto *cultivable* como *patógeno* imponen un quale télico a *organismo* en la medida en que introducen un agente que cultiva, en un caso, y uno para quien la entidad es patógena, en el otro caso. De modo similar, en (186), *regulador*, *de recuperación* y *de enfriamiento* especifican la función del nombre *sistema* al que complementan.

Así pues, tanto en los textos más especializados como en los menos especializados los nombres genéricos suelen aparecer especificados por medio de construcciones adjetivas o preposicionales, conformando, además, sintagmas terminológicos (*materia orgánica*, *sustancias tóxicas*, *clases algales*, etc.). De hecho, los nombres genéricos son candidatos privilegiados para constituirse en núcleos de términos de este tipo en tanto su combinación con un complemento adjetivo o preposicional que lo especifique permite armar paradigmas clasificatorios preservando el carácter analítico de estas formas (cfr. Adelstein *et al.* 2000).

Ahora bien, el análisis del comportamiento de este tipo de nombres en función del grado de especialización de los textos en los que ocurren ha puesto de manifiesto una diferencia en los textos 5 y 6, donde se dan casos en los que estas formas permanecen subespecificadas aun en contexto. Ejemplos:

(187) Sobre un plano horizontal, la ausencia de transporte o el transporte simétrico conduciría a la situación ideal en la que pequeños segmentos de la biosfera se pueden estudiar como unidades (biocenosis), dentro de cada una de las cuales el ciclo de la **materia** es prácticamente cerrado. (Texto 5)

(188) Todas las aguas contienen en solución cierta fracción de hidrocarburos, procedentes de la actividad y descomposición de los **organismos**. (Texto 5)

(189) Un compuesto es biodegradable cuando puede ser asimilado y metabolizado por seres vivos. Por este proceso una **sustancia** es degradada a sustancias más sencillas, con la consiguiente ganancia de energía para el organismo. (Texto 6)

En (187) se hace referencia a la materia en general, cualquiera sea su tipo, en (188) *organismos* queda subespecificado para poder referir a todos los organismos, y en (189), el

proceso descripto se aplica a cualquier tipo de sustancia. El uso de estas unidades léxicas semánticamente subespecificadas se debe a que en los textos menos especializados, destinados a hablantes menos especializados, la perspectiva didáctica determina la presencia de zonas en las que los nombres genéricos operan como organizadores de un conocimiento que se va construyendo en el texto mismo. De hecho, en los ejemplos se advierte que las unidades no especificadas se encuentran todas ellas en secuencias expositivo-explicativas en las que se da una definición o se postulan reglas generales del dominio. Esto no sucede en los textos más especializados, porque el destinador no necesita definir conceptos cuyo conocimiento supone compartido por parte del destinatario, y porque cuando se emplean secuencias de este tipo es para precisar conceptos muy específicos, que se deben explicar por ser novedosos o por presentar alguna peculiaridad respecto del modo en que el término en cuestión es normalmente entendido en la disciplina.

5.2.3. La relación entre tipo de significado y tipo de texto

El análisis de los datos pone en evidencia cómo la combinación de ciertos parámetros de los niveles superiores de los textos impactan en la configuración semántica del léxico. La relación entre los interlocutores del nivel situacional, la función predominante del módulo relativo a la meta comunicativa del texto y el dominio y la perspectiva sobre el tema del nivel del contenido semántico han resultado ser los parámetros más relevantes en lo que concierne al condicionamiento pragmático del significado especializado. En cuanto al tipo de influencia que estos aspectos tienen en el plano semántico, en los textos más especializados el alto grado de presuposición así como el mínimo grado de subespecificación dan lugar a un fenómeno que podría describirse como "encapsulamiento". El valor terminológico ('contenedor', o 'indicador' en los textos de limnología) se encuentra "encapsulado" en la unidad léxica, dando lugar a un alto grado de complejidad conceptual; esta complejidad es parte de la entrada léxica del especialista y, por lo tanto, constituye conocimiento presupuesto cuando la comunicación se da entre pares.

A diferencia de lo que ocurre en la divulgación periodística, en los textos en los que el destinatario es un semiespecialista, no se produce una disminución de la carga conceptual (cfr. Ciapuscio 2003: 52), sino una reorganización en la presentación de esta carga en el contexto. Al focalizar en "lo novedoso", la noticia periodística selecciona los aspectos del significado especializado que se transmitirán al lego. Por el contrario, en el manual universitario el aprendiz, en tanto futuro especialista, debe incorporar el concepto científico en toda su

complejidad; por ello, el productor textual apela a más recursos para explicitarlo, sin obviar ninguno de los sentidos que lo componen. Esto explica por qué en los textos de este tipo los significados 'locativo' e 'indicdor' se explicitan. Por su parte, el hecho de que en los textos menos especializados los nombres genéricos permanezcan subespecificados aun en contexto se explica por el carácter operativo que éstos asumen en las secuencias explicativas, en los que se emplean para designar conceptos más inclusivos que contribuyen a la exposición de las categorías propias del ámbito.

Se puede concluir, entonces, que los condicionamientos pragmáticos de activación del valor terminológico del léxico se desprenden del empleo de la unidad en textos en los que los destinatarios pueden adoptar el rol de especialistas o semi-especialistas, producidos en un dominio dado, dentro de un área temática particular. La jerarquización de las funciones textuales y la perspectiva sobre el tema explican, a su vez, el grado de explicitación del significado especializado o de especificación de nombres genéricos. Así pues, cuanto menor es el nivel de especialización del texto, mayor es el grado de explicitación y mayor la frecuencia de aparición de nombres genéricos subespecificados.

CONCLUSIONES

En la primera sección de este capítulo (5.1.) se ha retomado el esquema conceptual común a los seis textos del corpus con el fin de mostrar que el modo de organización de los conceptos en los textos de especialidad responde al modo particular en que el referente es categorizado en una determinada área de conocimiento. En el caso de la ecología, y más en particular, de la limnología, entidades naturales contenidas en el agua son afectadas por procesos naturales, y ambos devienen objeto de análisis de un agente humano que los emplea para asociar la cualidad 'contaminación' al agua.

El resultado de este análisis permite afirmar que, si bien los centros conceptuales de control textual pueden variar en función del grado de especialización (cfr. figura 5.1.), todos los textos especializados que actualicen los mismos parámetros en el módulo del contenido se estructurarán a partir del mismo esquema conceptual.

Esto es así porque las peculiaridades relativas a la manera de categorizar el referente que determinan la estructura conceptual de los textos especializados constituyen los factores cognitivos que determinan la estructura conceptual de las palabras empleadas en esos textos para comunicar el conocimiento propio de la especialidad. De este modo, el entramado de relaciones entre conceptos que caracteriza a la limnología es reproducido no solo en la multiplicidad de aspectos de significado que se generan en contexto sino también en la complejidad con la que éstos se organizan en la entrada léxica.

Mientras que en la primera parte del capítulo se recurre a los esquemas conceptuales de los textos del corpus, elaborados a partir del nivel del contenido semántico, en la segunda sección (5.2.) se retoman aspectos relativos a los otros módulos textuales con el fin de estipular los condicionamientos pragmáticos que guían la activación del significado especializado. Por un lado, se observa cómo el contexto de uso determina la explicitación de los rasgos semánticos que constituyen el valor terminológico en el subdominio estudiado ('locativo natural' e 'indicador'), que son diferentes de los que suelen generarse en el léxico común. Por otro lado, mediante el análisis de los nombres genéricos, se pone de manifiesto cómo diversos parámetros que hacen al nivel de especialidad de los textos influyen en la mayor o menor especificación contextual del significado léxico.

una serie de patrones frecuentes para cada relación conceptual en general. Así, por ejemplo, en francés, la relación conceptual de hiperonimia-hiponimia se manifiesta más comúnmente mediante las expresiones *est un / sont de* y *type de*; la relación de meronimia, mediante *contient* y *fait parti de*, y el patrón más frecuente para la relación conceptual de función se compone de lo que las autoras llaman "verbos fuertes" (no copulativos y no estativos).

Otra de las propuestas que considera el relevamiento de patrones a partir de textos es la de Anne Condamines. En Condamines (1995) y Condamines & Rebyrolle (1997), se parte de la hipótesis de que un sistema terminológico es un sistema léxico que funciona de modo "desviado" con respecto al léxico de la lengua y que esta "desviación" (*deviance*) se manifiesta por una frecuencia inusual de formas compuestas, una tendencia a la neología y un comportamiento sintáctico y semántico particular. Así, en el artículo de 1997 se analizan –mediante un programa de análisis de datos textuales– las apariciones del término *satélite* en un corpus de textos producidos por un centro de investigaciones espaciales en Francia, tras lo cual se relevan seis patrones sintáctico-semánticos correspondientes a seis acepciones diferentes:

1. V (proyectar en el espacio) + det + satélite → satélite como cuerpo artificial
   V (hacer) + deverbal (proyectar en el espacio) + satélite
2. V (situación en el espacio) + det + satélite → satélite como móvil
   V (hacer) + deverbal (situación en el espacio) + satélite
3. V (localizar) + N + sobre + det + satélite → satélite como plataforma
   V (hacer) + deverbal (localizar) + sobre + satélite
4. V (hacer) + deverbal + N + a bordo de + det + satélite → satélite como vehículo
5. V (transmitir) + N + a + satélite → satélite como huésped
   V (hacer) + deverbal (transmitir)+ N + a + satélite
6. V (movimiento) + por/vía + satélite → satélite como interface

Siempre en esta línea, en Condamines (2002) se postula la noción de 'patrón de relaciones conceptuales', que es definida como "una estructura discursiva que se emplea como una indicación de la posible transición del discurso a un modelo y que permite la construcción más o menos directa de un modelo en forma de relación semántica dependiente de sus relaciones con el contexto" (Condamines 2002: 145). Los resultados de aplicar este análisis a un corpus de textos de ciencias naturales le permiten a Condamines postular tres tipos de relaciones conceptuales según la dependencia entre los patrones y la naturaleza del corpus. De este modo, distingue patrones de relaciones conceptuales que se identifican solo en un corpus específico; patrones que dependen de características externas del corpus, como el género

discursivo, y patrones que pueden aparecer en todos los corpora, independientemente de su género –lo cual es bastante poco frecuente (Condamines 2002: 159-60).

Finalmente, Pamela Faber postula que cada categoría conceptual conlleva lo que ella denomina un "esquema prototípico de relaciones conceptuales". En Faber, López Rodríguez y Tercedor Sánchez (2001) se extrae información conceptual de un corpus de textos especializados en oncología, en el marco del Modelo Lexemático Funcional (Faber *et al.* 2001: 183). A partir del análisis de las concordancias estas investigadoras concluyen, por ejemplo, que la categoría conceptual '*body part*' establece las relaciones conceptuales '*is_a*', '*has_location*', '*has_function*' y '*relevance_of*', de modo tal que cualquier término categorizado como una parte del cuerpo se caracterizará semánticamente según tales relaciones conceptuales. Asimismo, los datos analizados muestran que en los textos de medicina un verbo como *responder* sólo aparece con el significado '*mejorar como resultado de un tratamiento*', y proyecta dos argumentos, cada uno de los cuales tiene un rol semántico característico y pertenece a una categoría conceptual específica (Faber *et al.* 2001: 193).

6.2. PATRONES DE ACTIVACIÓN DE LOS SIGNIFICADOS ESPECIALIZADOS 'CONTENEDOR' Y 'CONTENIDO'

Tal como quedó planteado anteriormente, los resultados de esta tesis hacen posible postular los patrones de activación o generación del significado especializado en el dominio de la limnología. Estos patrones[53], que surgen del análisis de la configuración semántica del léxico en contexto, según el modelo del Léxico Generativo (Pustejovsky 1995a, 1998, 2001), han sido elaborados a modo de esquemas sintáctico-semánticos, construidos a partir del estudio de las concordancias extraídas del corpus de textos de especialidad.

A partir del modo en que se configuran semánticamente los nombres que denotan clases naturales, surgen dos de los significados especializados, complementarios entre sí, que se activan en ciertos nombres de esta clase, en el corpus de limnología: 'entidad contenedora' y 'entidad contenida' (cfr. 4.2.1.1. y 4.2.1.2.). El análisis de los contextos que dan lugar a la generación de estos valores terminológicos permite postular los siguientes patrones de activación.

[53] Para diseñar los patrones nos hemos basado, parcialmente, en las propuestas de Meyer, de Condamines y de Faber, expuestas más arriba.

a) Contextos verbales

- Contextos verbales en los que un verbo de estado denota contención o posesión.

'entidad contenedora' [CON]TIENE 'entidad contenida'

las aguas intersticiales ***presentan*** *concentraciones de metales*

- Contextos verbales en los que un verbo de logro impone una interpretación del nombre contenedor como meta.

'entidad contenida' VA A 'entidad contenedora'

el número de compuestos orgánicos usados intencionadamente como biocidas o no, que ***alcanzan*** *las aguas epicontinentales*

- Contextos verbales en los que hay un verbo de actividad con una estructura argumental triádica que supone la intervención de un agente que causa que una entidad contenedora contenga una entidad contenida.

z DA 'entidad contenida' A 'entidad contenedora'

una usina de plásticos cercana había ***eliminado*** *ese metal pesado* ***al*** *agua*

b) Contextos adjetivales

- Contextos adjetivales en que los adjetivos predicativos *pobre* o *rico* establecen una estructura diádica en la que uno de los argumentos es el contenedor y el otro el contenido.

'entidad contenedora' POBRE/RICA EN 'entidad contenida'

aguas muy ***ricas en*** *materia orgánica*

c) Contextos adverbiales

- Contextos adverbiales en los que los adverbios *arriba* o *abajo* imponen la interpretación de un nombre como contenedor de un determinado contenido.

'entidad contenida' ESTAR/IR 'entidad contenedora' ABAJO/ARRIBA

sus larvas son arrastradas aguas ***abajo***

d) Contextos preposicionales

- Contextos preposicionales en los que un complemento con valor de adjunto locativo refiere a la entidad contenedora mediante una frase encabezada por *en*.

'entidad contenida' EN 'entidad contenedora'

*El Fe es el metal pesado más abundante **en** estas aguas.*

- Contextos preposicionales en los que un complemento con valor de adjunto locativo refiere a la entidad contenedora mediante una frase encabezada por *de*.

'entidad contenida' [DENTRO]DE 'entidad contenedora'

*los materiales sólidos **del** agua*

*elementos que reaccionan **dentro del** agua*

- Contextos preposicionales en los que un complemento con valor de adjunto locativo refiere a la entidad contenedora mediante una frase encabezada por *con*.

'entidad contenedora' CON 'entidad contenida'

*agua **con** materia orgánica*

6.3. PATRONES DE ACTIVACIÓN DEL SIGNIFICADO ESPECIALIZADO 'INDICADOR'

El análisis del modo en que las unidades terminológicas se configuran semánticamente en los textos de limnología ha permitido establecer los significados especializados 'entidades indicadoras', 'eventos indicadores' y 'cualidades indicadoras', que se activan tanto en nombres como en verbos y adjetivos (cfr. 4.2.1.3., 4.2.2.2. y 4.2.3.). A continuación se presentan los patrones de generación de este valor terminológico.

a) Contextos verbales

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora, un evento indicador o una cualidad indicadora cuando se proyecta como el argumento paciente de un verbo agentivo de actividad del tipo 'analizar'.

z ANALIZA 'entidad indicadora' / 'evento indicador' / 'cualidad indicadora'

*Casi todos los metales **analizados**, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los limites establecidos por la Organización*

Mundial de la Salud

las floraciones ***registradas*** *de algunas especies de cianofitas*

se determinaron *por duplicado: conductividad, alcalinidad total y dureza total*

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora, un evento indicador o una cualidad indicadora cuando se proyecta como el argumento paciente de un verbo inacusativo evaluativo que denota un evento de cambio de estado.

'entidad indicadora' / 'evento indicador' / 'cualidad indicadora' VERBO EVALUATIVO

se ***incrementa*** *el cadmio en las células cultivadas*

Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad ***aumentaron*** *aguas abajo, mientras que oxígeno disuelto y pH* ***disminuyeron****.*

Las concentraciones de los metales pesados generalmente ***excedieron*** *los niveles de protección para la vida acuática.*

b) Contextos adjetivales

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora, un evento indicador o una cualidad indicadora cuando es modificado por un adjetivo calificativo ligado con la cuantificación.

'entidad indicadora' / 'evento indicador' / 'cualidad indicadora' ADJETIVO EVALUATIVO

El Fe es el metal pesado más ***abundante*** *en estas aguas.*

los datos obtenidos en este trabajo revelan concentraciones ***elevadas*** *de As en acuíferos profundos*

para evitar un consumo ***excesivo*** *de oxígeno en un estrato de poco espesor*

c) Contextos adverbiales

- Un adjetivo denota una cualidad indicadora cuando es modificado por un adverbio ligado con la cuantificación..

'cualidad indicadora' ADVERBIO EVALUATIVO

el agua era ***ligeramente*** *alcalina*

d) Contextos nominales

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora o una cualidad indicadora cuando se proyecta como el argumento paciente de un nombre eventivo que denota una actividad del tipo 'analizar'.

ANÁLISIS DE 'entidad indicadora' / 'cualidad indicadora'

*la **determinación** de metales se realizó con dos objetivos*

*en el **estudio** cualitativo del fitoplancton se identificaron 92 géneros*

*Respecto a las **determinaciones** físico-químicas se realizaron las siguientes: pH (Método Electrométrico)* [...] *Alcalinidad Total (Titulación ácido-base), Cloruro (Titulación argentométrica)* [...]

- Un nombre denota ya sea una entidad indicadora o un evento indicador cuando se proyecta como el argumento paciente de un nombre eventivo que denota un cambio de estado relacionado con la cuantificación.

'entidad indicadora' / 'evento indicador' NOMBRE EVALUATIVO

*cierto **aumento** de la concentración de oxígeno*

*la **declinación** del oxígeno*

CONCLUSIONES

Este capítulo representa la sistematización y expansión de los resultados obtenidos en los capítulos precedentes, al presentar los contextos en los que el significado especializado se activa dando lugar a patrones de activación semántica. De este modo, se corrobora que el análisis de la estructura semántica del léxico en textos de especialidad permite explicar cómo se configura el significado especializado a partir del uso de los términos en situaciones reales de comunicación.

En cuanto a la posibilidad de extrapolación de los patrones extraídos en esta tesis, a partir de un corpus de textos especializados en ecología, es de esperar que algunos patrones puedan encontrarse también en otros dominios de especialidad. En el caso de los significados complementarios 'contenedor' y 'contenido' es previsible hallarlos no solo en corpora científicos, sino también en textos producidos en una situación de comunicación no especializada. De hecho, los patrones de activación planteados aquí no difieren mucho de los postulados por Marshman *et al.* y Faber (cfr. '*contient*' y '*has_location*' en 6.1. *supra*), puesto que indican una de las relaciones conceptuales básicas entre entidades: la meronimia, que refiere a las relaciones parte-todo.

Por su parte, el significado especializado 'indicador' puede vincularse también con una relación conceptual básica, la de función. Sin embargo, este significado especializado presenta rasgos peculiares en la medida en que los contextos que lo activan difieren de los que se presentan en el léxico común, generalmente relacionados con frases preposicionales encabezadas por *para* o *con*. En efecto, los patrones de activación del significado 'indicador' relevados del corpus de limnología muestran que este valor terminológico surge de una interpretación intencional introducida tanto por formas que denotan indagación por parte de un agente humano como por unidades que suponen la evaluación de un agente humano. La variedad de contextos sintácticos en los que se reconocen esas interpretaciones (véanse, por ejemplo, c) y d) en 6.3. *supra*) sugiere que la indagación de los patrones de activación del significado especializado puede aportar elementos novedosos a los estudios lingüísticos sobre la interfaz entre léxico y sintaxis (cfr. Pustejovsky 1998b, 2001).

Finalmente, es importante destacar que estos patrones, que muestran el modo en que el contexto delimita el significado de ciertas unidades léxicas de clase natural, introduciendo un aspecto funcional sin alterar su tipo conceptual, reflejan el núcleo semántico del dominio. Así, los sentidos terminológicos que permiten interpretar el agua como un elemento contenedor y

el oxígeno una sustancia contenida en el agua, que indica contaminación, nacen de y se explican por la tarea del especialista en ecología, que consiste en observar y describir la naturaleza con el fin de intervenir para preservarla. Por tal motivo, es previsible que el significado especializado 'indicador' se active en textos producidos en el dominio de las ciencias naturales en general, dado que en estas ciencias el hombre interactúa con la naturaleza para encontrar sus características esenciales y, en muchos casos, para actuar sobre ella. Desde el momento en que entidades, eventos y cualidades naturales se "funcionalizan" devienen, pues, instrumentos para el especialista.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES FINALES

En términos generales, los resultados alcanzados en esta tesis incluyen el relevamiento y la caracterización de los significados especializados propios de la limnología: 'entidad contenedora', 'entidad contenida' y 'entidad indicadora', 'evento indicador' y 'cualidad indicadora', así como una explicación de la configuración conceptual del dominio, a partir del análisis semántico de las unidades, sobre la base de un corpus textual caracterizado lingüísticamente, en el marco de la Teoría Comunicativa de la Terminología.

Con el fin de evaluar los alcances precisos de estos resultados, se expone, seguidamente, una recapitulación que incluye las conclusiones alcanzadas en cada uno de los capítulos de la tesis, para presentar luego los aportes que la investigación supone en los campos de la terminología y en la lingüística.

En el primer capítulo se ha explicitado el marco teórico de esta tesis, basado en los principios de la Teoría Comunicativa de la Terminología, e integrado por: *i)* un modelo textualista de múltiples niveles, que da cuenta tanto de los aspectos situacionales y funcionales como de los aspectos formales de los textos especializados; *ii)* un modelo de red conceptual, que hace posible explicar las peculiaridades de los términos en tanto unidades de representación del conocimiento especializado, y *iii)* un modelo semántico, el Léxico Generativo, que permite describir y explicar la configuración del significado de las unidades léxicas especializadas a partir de los sentidos generados por las combinatorias sintácticas en sus contextos de aparición.

En el segundo capítulo se expuso la metodología de la investigación, organizada en tres etapas: la constitución de un corpus de textos especializados en ecología, la extracción de las unidades léxicas terminológicas y la recontextualización de estas unidades según tipo de texto. Para las dos primeras fases se contó con el asesoramiento de especialistas en el área de la ecología y se empleó el programa TACT para el procesamiento informático de los textos. Este programa se utilizó también para establecer concordancias textuales para cada unidad

léxica señalada como terminológica por los especialistas, de modo de analizar su configuración semántica en contexto.

En el tercer capítulo se presentaron, primero, los principios teórico-metodológicos del modelo textualista y la noción de redes conceptuales que se adoptó para el tratamiento textual y luego, una tipología con vistas a analizar los seis textos que componen el corpus, caracterizarlos y establecer semejanzas y diferencias entre ellos.

Mediante la aplicación de esta tipología se fundamentó el carácter especializado de los textos del corpus. Así, a nivel situacional, el texto de especialidad se ha caracterizado como el producto de una interacción comunicativa especializada, marcada institucionalmente, en la que el rol social adoptado por el destinador es el de experto y en que el destinatario puede ser más o menos especialista. En el nivel funcional, este tipo de texto organiza la selección y la distribución de actos ilocutivos en relación con las funciones comunicativas de *informar* y de *dirigir*, y tanto la jerarquía funcional como la estructuración y realización del contenido dependen de la clase textual. Las máximas de formulación de cada clase rigen, a su vez, los aspectos estilísticos de estos géneros, que se manifiestan en el nivel formal. En cuanto al contenido semántico, el tema y el despliegue temático de los textos especializados se encuentran fuertemente determinados por su orientación hacia un referente que es abordado como objeto de estudio en un dominio específico de un área del conocimiento.

La aplicación de la tipología de múltiples niveles puso en evidencia, además, que los seis textos especializados que constituyen el corpus presentan diferencias en cuanto a su grado de especialización, y que estas diferencias se manifiestan a la vez que se reconocen en el modo en que se realizan los parámetros de los distintos niveles. Así, los más especializados son los textos 1, 2, 3 y 4, en los que la comunicación se da entre especialistas, prevalece la función de dirigir a partir de la argumentación y se evidencian las características formales del artículo de investigación. El texto 5, producido con una perspectiva didáctica por especialistas para futuros especialistas en limnología, en los que la función directiva –subsidiaria de la informativa– se realiza como *recomendar*, es de especialización media-alta. Y, finalmente, el texto 6, que coincide con el 5 en que puede caracterizarse como un manual, fue tipologizado como de especialización media, debido a la asimetría que presenta entre el destinador especialista y el destinatario semi-especialista, así como a la frecuente presencia de secuencias en las que la función de *dirigir* se plantea como *dar instrucciones*. De este modo, se ha concluido que los textos del corpus tienen un alto grado de especialización: cuatro de ellos

son muy especializados, uno muestra un grado medio-alto de especialización y el último es un texto de especialización media.

Las redes conceptuales, construidas para cada texto, han permitido dar cuenta de la cercanía cognitiva que existe entre ellos. En efecto, objetos, acciones, situaciones y acontecimientos hacen referencia a los mismos conceptos en los seis textos. Por un lado, se refieren a agentes humanos que se relacionan con entidades naturales localizadas en el agua, mediante acciones vinculadas con la observación y el análisis, y, por otro lado, a objetos o acontecimientos, que, mediante los procesos de transformación de esas entidades naturales, remiten siempre a la misma cualidad: la contaminación. La proximidad conceptual entre los textos, constatada en la posibilidad de construir una red conceptual común para todos, puso en evidencia, además, que los cuatro textos más especializados, cuya perspectiva temática es científico-aplicada, presentan un mismo centro de control textual, distinto del que manifiestan los dos textos menos especializados, destinados a aprendices. Esto es así porque, desde el punto de vista conceptual, los cuatro artículos de investigación se organizan sobre la base de acciones: se analizan los cursos de agua y se determina la contaminación que presentan; lo que se quiere demostrar –la información nueva– es el tipo y el grado de contaminación del agua. Los dos manuales, en cambio, están conceptualmente organizados a partir de la contaminación entendida como una propiedad del agua que se explica por una serie de transformaciones que las sustancias en ella contenidas pueden sufrir y que el limnólogo debe analizar. En suma, mientras que los textos que transmiten resultados de investigaciones empíricas tienen su centro de control textual en la acción de realizar las pruebas que llevan a los resultados, el centro de control de los textos cuya perspectiva es didáctica está constituido por el concepto de 'contaminación', que es el que se pretende explicar.

En el cuarto capítulo se presentó el modelo del Léxico Generativo, adoptado para el tratamiento semántico del léxico, que tiene en cuenta cuatro niveles de representación del significado léxico –la estructura argumental, la estructura eventiva, la estructura de qualia y la estructura de herencia– y tres mecanismos de generación del significado en contexto –la co-composición, el ligamiento selectivo y la coerción de tipo. Con estos elementos se han analizado los términos extraídos del corpus y se han establecido sus significados especializados.

Así, entre las unidades que denotan entidades naturales ha sido posible reconocer tres significados que se activan en el contexto de la limnología: 'contenedor', 'contenido' e 'indicador de contaminación'. En cuanto a las unidades que denotan eventos, por su parte, se

concluyó que prevalecen aquellas que refieren a cambios de estado –ya sea de creación, de destrucción o de transformación– y que entre ellas las que denotan eventos naturales son reinterpretadas como eventos instrumentales a partir de la coerción de tipo impuesta por predicaciones del tipo 'analizar' o predicaciones evaluativas. Este mismo fenómeno de "funcionalización" que se da en las entidades y procesos naturales se verifica en las cualidades naturales, cuyo sentido especializado 'indicador' se genera también mediante el mecanismo de coerción de tipo.

A partir de los resultados del análisis semántico, al final del capítulo 4 se organizaron las unidades terminológicas del corpus (en función de los valores terminológicos que adquieren en el contexto de la limnología) en *i)* entidades naturales: entidades contenedoras, entidades contenidas y entidades indicadoras, *ii)* eventos naturales: eventos de cambio de estado y eventos indicadores, *iii)* eventos funcionales, *iv)* cualidades naturales: cualidades indicadoras, y *v)* cualidades funcionales.

En la primera sección del capítulo quinto se retomó el esquema conceptual común a los seis textos del corpus, con el fin de mostrar que el modo de organización de los conceptos en los textos de especialidad responde al modo particular en que el referente es categorizado en una determinada área de conocimiento. En el caso de la ecología, y, más en particular, de la limnología, entidades naturales contenidas en el agua son afectadas por procesos naturales, y ambos devienen objetos de análisis de un agente humano que los emplea para asociar la cualidad 'contaminación' al agua. A nivel del léxico, el entramado de relaciones entre conceptos que caracteriza a la limnología es reproducido no solo en la multiplicidad de aspectos del significado que se generan en contexto sino también en la complejidad con la que éstos se organizan en la entrada léxica. Esto se debe a que las peculiaridades relativas a la manera de categorizar el referente que determinan la estructura conceptual de los textos especializados son las mismas que constituyen los factores cognitivos que determinan la estructura conceptual de las palabras empleadas en esos textos para comunicar el conocimiento propio de la especialidad,. Por ello mismo, si bien los centros conceptuales de control textual pueden variar en función del grado de especialización, todos los textos se estructuran a partir del mismo esquema conceptual.

En la segunda sección del capítulo quinto se estipularon los condicionamientos pragmáticos que guían la activación del significado especializado. Por un lado, se observó cómo el contexto de uso determina cierto tipo de rasgos del significado que constituyen el valor terminológico en el subdominio estudiado, que son diferentes de los que suelen generarse en el léxico común y

que presentan diversos grados de explicitación en el corpus. Por otro lado, mediante el análisis de los nombres genéricos, se puso de manifiesto cómo diversos parámetros que determinan el nivel de especialidad de los textos influyen en la mayor o menor especificación contextual del significado léxico.

Finalmente, el último capítulo se dedicó a la presentación de los patrones de activación de los significados especializados del dominio, que surgen como implicación de los resultados obtenidos en los capítulos 3, 4 y 5, y que pueden considerarse generalizaciones explicativas de este trabajo: los diversos patrones presentados sistematizan los contextos en los que se generan los significados 'contenedor', 'contenido' e 'indicador' en los textos especializados en ecología.

* * *

La recapitulación de los resultados permite identificar diversos aportes realizados por la tesis tanto en el dominio aplicado como en el teórico.

Desde el punto de vista aplicado, esta tesis representa un aporte a los trabajos lingüísticos basados en corpora en español. Por un lado, la caracterización del corpus de textos de ecología contribuye al conocimiento más profundo y completo de la naturaleza de los textos de especialidad. Por otro lado, la aplicación de la tipología se comprueba como un instrumento confiable para el trabajo de selección y evaluación de textos para la conformación de corpora de investigación, destinados tanto a estudios de orden discursivo-textual como léxico-semántico.

De este modo, esperamos haber mostrado la utilidad del carácter ejemplar que hemos elegido para el estudio propuesto, a partir del análisis intensivo de un corpus reducido de un dominio bien acotado. Por una parte, cabe recordar que ni el análisis del nivel micro de los textos ni el asesoramiento de especialistas hubieran sido igualmente efectivos de trabajar con un corpus mayor. Por otra parte, el sexto capítulo ha ilustrado la posibilidad de extrapolar la validez de estos resultados, bajo la forma de patrones de activación de significados especializados, a dominios distintos de la ecología.

Desde el punto de vista teórico, la tesis realiza diversas contribuciones a la Teoría Comunicativa de la Terminología y, simultáneamente, a los dos modelos lingüísticos adoptados para el análisis de las unidades léxicas y los textos de especialidad. En cuanto a la

Teoría Comunicativa de la Terminología, consideramos que esta tesis constituye un aporte significativo a la construcción de una perspectiva lingüística de una teoría de la terminología, a partir de la integración de dos modelos: uno textualista, para el análisis de la comunicación especializada, y el otro generativo, para el análisis semántico de las unidades terminológicas. En particular, los resultados alcanzados representan un aporte original a la terminología al permitir la articulación de una perspectiva descriptiva y explicativamente adecuada para el análisis del léxico especializado en su contexto natural de empleo. En lo que se refiere al tratamiento de ese contexto, la perspectiva textualista de múltiples niveles ha demostrado ser apropiada, ya que la consideración de las distintas dimensiones textuales hizo posible determinar el carácter especializado de los textos, partiendo exclusivamente del análisis lingüístico y teniendo en cuenta el mutuo condicionamiento entre los diferentes niveles. Por su parte, tomando en consideración los aspectos metodológicos de la investigación, las conclusiones a las que se ha llegado al trabajar sobre un corpus textual, con un modelo que da cuenta de los significados léxicos que se construyen en contexto, ponen en evidencia la importancia de considerar la terminología *in vivo*, tal como propugna Cabré (1999, 2003).

En cuanto al modelo textualista, cabe destacar que la propuesta realizada en esta tesis de integrar la noción de 'redes conceptuales' al nivel del contenido de los textos constituye un elemento enriquecedor para la tipología de múltiples dimensiones, en tanto da lugar a un tratamiento más detallado de la dimensión cognoscitiva, esencial para estudiar la organización conceptual del texto, puesto que condiciona la configuración semántica del léxico empleado en él. Además, el desplazamiento del centro de control textual que se pudo constatar al confrontar las distintas redes conceptuales aporta evidencia de interés respecto de dos cuestiones fundamentales: en primer lugar, este desplazamiento podría considerarse una propiedad genérica en el ámbito del discurso especializado, es decir, un rasgo propio de la clase textual que opone, en este caso, el artículo de investigación al manual; en segundo lugar, puede considerarse un indicio confiable del grado de especialización de los textos (más o menos especializado).

En cuanto al Léxico Generativo, los resultados de la aplicación de una representación semántica rica constituyen un aporte interesante al modelo en la medida en que demuestran su adecuación para el tratamiento semántico del léxico especializado en toda su complejidad conceptual. Asimismo, el análisis realizado en esta tesis aporta evidencias respecto del modo en que el significado especializado se activa en contexto, esto es, respecto del tipo y la cantidad de facetas semánticas de la unidad léxica que se priorizan en función de los

diferentes grados de experticia de los textos en los que ocurre. Finalmente, consideramos que la propuesta de construcción de patrones de activación semántica, que implican una sistematización de los contextos generadores del significado especializado, supone una contribución original al modelo del Léxico Generativo.

En suma, en lo que concierne a los aportes teórico-metodológicos, los resultados de la investigación pueden considerarse como una propuesta integradora para el análisis semántico del léxico, sobre la base de un trabajo empírico con un corpus textual, en el marco de un tratamiento lingüístico de la terminología. En tal sentido, la tesis contribuye a la descripción del léxico de especialidad, en particular, y, de manera global, a la explicación y descripción de fenómenos gramaticales de la lengua española, ya que extrae conclusiones generalizadoras acerca de la configuración semántica del léxico en el contexto de textos científicos en español.

* * *

En cuanto a sus perspectivas futuras, esta investigación deja planteadas varias líneas de seguimiento posibles. Una de ellas se vincula, precisamente, con la posibilidad de ampliar el corpus de textos de ecología con el fin de poner a prueba los resultados obtenidos aquí. Este tipo de profundización sería aún más productiva si, además de incorporar más textos de la misma clase, se incluyeran otros del mismo dominio pero de distinto género. Por otro lado, si se adjuntaran textos de otros dominios o, incluso, de otras disciplinas, el corpus así conformado serviría de base para corroborar las hipótesis respecto del condicionamiento cognitivo de la configuración semántica del léxico de especialidad.

Otra continuación interesante sería vincular este acercamiento de índole eminentemente cualitativa con un tratamiento de los textos de especialidad basado en métodos cuantitativos (cfr. Domènech 2006). Una vinculación de este tipo permitiría conformar una aproximación integradora, logrando así una cobertura más completa de la información especializada que se puede extraer de corpora textuales y dando lugar a la posibilidad de automatizar el relevamiento de los patrones de activación.

Asimismo, la transposición del análisis de la estructura conceptual propuesto en esta tesis en unidades del léxico común daría lugar a una contrastación de los resultados alcanzados que arrojaría luz sobre la distinción entre significados especializados y no especializados, desde el punto de vista semántico.

Finalmente, dada la naturaleza misma de la disciplina terminológica, así como el enfoque adoptado en este trabajo, es de esperar que las conclusiones a las que se ha arribado sirvan de base para aplicaciones lingüísticas relativas a la extracción de información léxico-semántica de textos, el diseño y la elaboración de productos lingüísticos útiles tanto a la traducción como a la redacción científico-técnicas, la compilación lexicográfica, la construcción de bases de datos terminológicos, la marcación automatizada de corpora textuales y, por último, la constitución de insumos útiles para aplicaciones educativas vinculadas con la comunicación de conocimiento especializado.

BIBLIOGRAFÍA

Adam, J. M. (1991) *Les textes: types et prototypes*. Paris: Nathan.

Adelstein, A. (2004) *Unidad léxica y valor especializado.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Serie Tesis, 5, edición en CD-Rom. Tesis de maestría.

Adelstein, A. & Cabré, M.T. (2002) "The Specificity of Units with Specialized Meaning: Polysemy as Explanatory Factor", en *D.E.L.T.A.*, Vol. 18, 1-25.

Adelstein, A., Kornfeld, L., Kuguel, I. & Resnik, G. (2000) "Los sintagmas terminológicos en los textos de especialidad", en *Comunicación y formación. Volumen 3*, San Miguel: Universidad Nacional de General Sarmiento, 31-48.

Adelstein, A., Kornfeld, L., Kuguel, I. & Resnik, G. (2002) "El sintagma terminológico: propiedades formales y semánticas", en *Terceras Jornadas de Traducción y Terminología del NOA*. Tucumán: CETRATER, 91-111.

Adelstein, A. & Kuguel, I. (1999) "La reducción de los sintagmas terminológicos", en *Actas del I Seminario Terminología y Mercosur "Recursos léxicos para la terminología", 1 y 2 de diciembre, 1997*, Universidad Nacional de General Sarmiento – Reunión Especializada de Ciencia y Tecnología, RECYT – Mercosur, 42-56.

Adelstein, A. & Kuguel, I. (2004) *Los textos académicos en el nivel universitario.* Universidad Nacional de General Sarmiento, Colección "Textos Básicos".

Angenot, M. (1982) *La parole pamphlétaire*. Paris: Payot.

Anick, P. & Pustejovsky, J. (1990) "An application of Lexical Semantics to Knowledge Acquisition form Corpora", en *Proceedings of the 13th International Conference of Computational Linguistics*, Helsinski, Finland, 7-12.

Antia, B. E. (2000) *Terminology and Language Processing.* Amsterdam: John Benjamin.

Arntz, R. & Picht, H. (1989) *Introducción a la terminología*. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez Pirámide DL.

Arntz, R. *et al.* (1993) *Terminology (Applications in interdisciplinary communication).* Amsterdam: Benjamins Translation Library.

Asher, N. & Pustejovsky, J. (2000) "The Metaphysics of Words in Context", en *www.cs.brandeis.edu /~jamesp/*

Auger, P. (1994) "Implantabilité et acceptabilité terminologiques: les aspects linguistiques d'une socioterminologie de la langue du travail", en *Terminologies nouvelles*, N° 12, 47-57.

Bajtín, M. (1979) "Los géneros discursivos", en *Estética de la creación verbal*. México: Siglo XXI, 294-322.

Beaugrande, R. (1980) "Chapter III: Conceptual Connectivity", en *Text, Discourse, and Process*. London: Longman, 60-102.

Beaugrande, R. & Dressler, W. (1997) *Introducción a la lingüística del texto*. Barcelona: Ariel.

Béjoint, H. & Thoiron, P. (dirs.) (2000) *Le sens en terminologie*. Lyon: Presses Universitaires de Lyon.

Bevilacqua, C. (2002) "A fraseologia especializada: elemento fundamental no processo tradutório", en *Cadernos do IL*, 23, 24, 25. Porto Alegre: Instituto de Letras/UFRGS, 9-16.

Bosque, I. (dir.) (2004) *REDES. Diccionario combinatorio del español contemporáneo.* Madrid: Ediciones SM.

Bosque, I. & Picallo, C. (1996) "Postnominal adjectives in Spanish DPs", en *Journal of Linguistics*, 32, 349-385.

Bouaud, J., Bachimont, B., Charlet, J. & Zweigenbaum, P. (1995) "Methodological Principles for Structuring an 'Ontology'", ponencia presentada en el *IJCAI'95 Workshop on "Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing"*, August 19, Montreal, Canada, 2-7.

Boulanger, P. (1995) "Présentation: images et parcours de la socioterminologie", en *Meta*, XL, 2, 194-205.

Bourigault, D. & Condamines, A. (1995) "Réflexions sur le concept de base de connaissances terminologiques", en *Journée du PRC IA*. Nancy: Teknea, 425-445.

Bourigault, D. & Slodzian, M. (1999) "Pour une terminologie textuelle", en *Terminologies nouvelles*, N° 19, 29-32.

Budin, G. (1996) "Terminology Science as Applied Philosophy of Science", en *Terminologi-system og kontekst*, Nordisk minisymposium 1996, 59-71.

Buitelaar, P. (1998) *CoreLex: Systematic Polysemy and Underspecification.* Ph.D. Dissertation, Brandeis University.

Busa, F. (1996) *Compositionality and the Semantics of Nominals.* Ph.D. Dissertation, Brandeis University.

Busa, F., Calzolari, N., Lenci, A. & Pustejovsky, J. (2001) "Building a Semantic Lexicon: Structuring and Generating Concepts", en Bunt, H., Mudkrnd, T. & Thijsee, E. (eds.) *Computing Meaning*, Vol. II, Dordrecht: Kluwer, 29-51.

Cabré, M.T. (1993) *La terminología. Teoría, metodología, aplicaciones.* Barcelona: Editorial Antártida.

Cabré, M.T. (1996a) "Terminology today", en *Terminology, LSP and Translation. Studies in language engineering in honour of Juan C. Sager.* Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.

Cabré, M.T. (dir.) (1996b) *La terminologia. Selecció de textos d'E. Wüster.* Barcelona: Universitat de Barcelona. Servei de llengua catalana.

Cabré, M.T. (1997a) "La normalización de la terminología en el proceso de normalización de una lengua: algunas precisiones", conferencia dictada en el *Congreso "Políticas lingüísticas para América Latina"*, Instituto de Lingüística, Universidad de Buenos Aires, 27-29 de noviembre.

Cabré, M.T. (1997b) "Éléments pour une théorie de la terminologie" en *TIA '97. II Rencontres Terminologie et intelligence artificielle.* Université Toulouse-le-Mirail, 3-4 abril 1997.

Cabré, M.T. (1999) *La terminología. Representación y comunicación.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra.

Cabré, M.T. (2000) "Sur la représentation mentale des concepts: bases pour une tentative de modélisation", en Béjoint, H. & Thoiron P. (eds.) *Le sens en terminologie.* Lyon: PUL, 20-39.

Cabré, M.T. (2001a) "Sumario de principios que configuran la nueva propuesta teórica", en Cabré, M. T. & Feliú, J. (eds.) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica*, Barcelona: Institut Universitari de Lingüística aplicada, Universitat Pompeu Fabra.

Cabré, M.T. (2001b) "Conocimiento especializado y traducción: el análisis textual y la terminología como factores de activación de la competencia cognitiva", ponencia presentada en el *Encontro Internacional de Tradutores*, Bello Horizonte, 23 al 27 de julio de 2001.

Cabré, M.T. (2003) "Theories of terminology", en *Terminology*, volume 9, number 2, 163-199.

Cabré, M.T. (2004) "Recursos lingüísticos en la enseñanza de lenguas de especialidad", conferencia dictada en la *V Jornada-Coloquio de la Asociación Española de Terminología* (AETER), "Comunicar y enseñar a comunicar el conocimiento especializado", Colegio de San José de los Caracciolos (Facultad de Filosofía y Letras), Universidad de Alcalá, 15 de octubre de 2004.

Cabré, M. T. & Estopà, R. (2000) "El conocimiento especializado y sus unidades de representación: diversidad cognitiva", ponencia presentada en el *II Congreso de la Asociación Española de Lingüística Cognitiva.* Madrid, 17-20 mayo 2000.

Cabré, M. T. & Adelstein, A. (2001) "¿Es la terminología lingüística aplicada?", en Muñoz, C. (coord.) *Trabajos en lingüística aplicada.* Barcelona: Univerbook, S.L., 387-393.

Cabré, M. T., Domenech, M., Morel, J. & Rodríguez, C. (2001) "El conocimiento especializado y las relaciones con el conocimiento general", en Cabré, M. T. & Feliú, J. (eds.) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística aplicada, Universitat Pompeu Fabra.

Cabré, M. T. & Feliu, J. (eds.) (2001) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica (DGES PB96-0293).* Barcelona, Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra.

Célestin, T., G. Godbout y P. Vachon-l'Hereux (1984) *Méthodologie de la recherche terminologique ponctuelle: essai de définition.* Québec: Gouvernement du Québec.

Ciapuscio, G. (1994) *Tipos textuales.* Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras y Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires. Enciclopedia Semiológica.

Ciapuscio, G. (1995-1999) "Variación conceptual y grado de especialidad de los textos", en *RAL* 11-15, 49-82.

Ciapuscio, G. (1998) "La terminología desde el punto de vista textual: selección, tratamiento y variación", en *Organon*, 12, 26, 43-65.

Ciapuscio, G. (1999) "Clases de textos y terminologías: la variación vertical de los términos en sus contextos de uso", en *Actas del Seminario Terminología y MERCOSUR: Recursos léxicos para la terminología.* Universidad Nacional de General Sarmiento.

Ciapuscio, G. (1995-1999) "Variación conceptual y grado de especialidad de los textos", *RAL*, 11-15, 49-82.

Ciapuscio, G. (2000) "Hacia una tipología del discurso especializado", en *Discurso y sociedad*, volumen 2, Nº 2, 39-71.

Ciapuscio, G. (2002) "El término en los textos. Una propuesta integradora para el análisis de la variación conceptual", en *Terminología, desarrollo e identidad nacional. VI Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC, 383-399.

Ciapuscio, G. (2003) *Textos especializados y terminología.* Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Sèrie Monografies 6.

Ciapuscio, G. & Kuguel, I. (2002) "Hacia una tipología del discurso especializado: aspectos teóricos y aplicados", en Fuentes Morán, M. T. & García Palacios, J. (eds.) *Texto, terminología y traducción.* Salamanca: Almar, 37-73.

Ciapuscio, G., Kuguel, I & Otañi, I. (2005) "El conocimiento especializado: el texto de especialidad y los criterios para su tipologización", en Cabré, M.T & Bach, C. (ed.) *Coneixement, llenguatge i discurs especialitzat.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 95-110. Sèrie Monografies 7.

Ciapuscio, G. & Otañi, I. (2002) "La noción de esquema y la descripción del significado", en *Terminología, desarrollo e identidad nacional. VI Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC, 369-381.

Condamines, A. (1994) "Terminologie et représentation des connaissances", en *La Banque des mots*, 6, 29-44.

Condamines, A. (1995) "Terminology: New needs, new perspectives" en *Terminology*, Vol. 2(2), 219-238.

Condamines, A. (1999) "Approche sémasiologique pour la consitutuion de Bases de Connaissances Terminologiques", en Delavigne, V. & Bouveret, M. (eds.) *Sémantique des termes spécialisés.* Rouen: Publications de l'Université de Rouen, 101-116.

Condamines, A. (2002) "Corpus analysis and conceptual relation patterns", en *Terminology*, volume 8, number 1, 141-162.

Condamines, A. & Rebeyrolle, J. (1997) "Point de vue en langue spécialisée", en *Meta*, XLII, 1, 174-184.

Coseriu, E. (1987) "Palabras, cosas y términos", en *In memoriam Inmaculada Corrales, I. Estudios lingüísticos*, 1, La Laguna, 175-185.

Cruse, D. A. (2000) *Meaning in Language*. Oxford: Oxford University Press.

Cuenca, M.J. & Hilferty, J. (2000) *Introducción a la lingüística cognitiva*. Barcelona: Ariel.

Demonte, V. (1999) "El adjetivo: clases y usos. La posición del adjetivo en el sintagma nominal", en Bosque, I. & Demonte, V. (eds.) *Gramática descriptiva de la lengua española*. Madrid: Espasa, 129-310.

Demonte, V. (2002) "Semántica composicional y gramática: los adjetivos en la interficie léxico-sintaxis", en *Revista Española de Lingüística, 29, 2*, 283-316.

De Vega, M. (1984) *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.

Díaz Rojo, J. A. (1997) "Revisión de la concepción tradicional de la terminología científica desde una perspectiva diacrónica", comunicación presentada al Coloquio *La història dels llenguatges iberorromànics d'especialitat"*, Barcelona: IULA, 15-17 de mayo, 1997.

Diki-Kidiri, M. (1999) "Terminologie pour le développement", en Cabré, M.T. & Lorente, M. (eds.) *Terminología y modelos culturales*. Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 67-74.

Diki-Kidiri, M. (1999) "La diversité dans l'observation de la réalité", en Cabré, M.T. & Lorente, M. (eds.) *Terminología y modelos culturales*. Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 61-66.

Di Tullio, A. (2005) *Manual de gramática del español*. Buenos Aires: La isla de la luna.

Domènech, M. (1998) *Unitats de coneixement i texts especialitzats: primera proposta d'anàlisi.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüistica Aplicada, Universitat Pompeu Fabra. [Trabajo de investigación no publicado]

Domènech, O. (2006) *Textos especialitzats i variació vertical: la diversitat terminològica com a factor discriminant del nivell d'especialització d'un text*. Barcelona: Institut Universitari de Lingüistica Aplicada, Universitat Pompeu Fabra. Tesis doctoral.

Dury, P. (1999) "Les variations sémantiques en terminologie: étude diachronique et comparative appliquée à l'écologie", en Delavigne, V. & Bouveret, M. (eds.)

Sémantique des termes spécialisés. Rouen: Publications de l'Université de Rouen, 17-32.

Estopà, R. (2003) *Extracció de terminologia: elements per a la construcció d'un SEACUSE (Sistema d'Extracció Automàtica de Candidats a Unitats de Significació Especialitzada).* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra. Serie Tesis, 2, edición en CD-Rom. Tesis de doctorado.

Faber, P., López Rodríguez, C.I. & Tercedor Sánchez, M.I. (2001) "Utilización de técnicas de corpus en la representación del conocimiento médico", en *Terminology*, volume 7, number 2, 167-198.

Faulstich, E. (1997) "A variação terminológica do Brasil. Algumas tendéncias", conferencia presentada en el Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona.

Felber, H. (1984) *Terminology Manual.* París: Unesco- Infoterm.

Feliu, J. (2004) *Relacions conceptuals i terminologia: anàlisi i proposta de detecció semiutomàtica.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Serie Tesis, 7, edición en CD-Rom. Tesis de doctorado.

Feliu, J., Vivaldi, J. & Cabré, M.T. (2002) *Ontologies: A Review.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Serie Informes 34.

Fodor, J. (1998) *Conceptos.* España: Gedisa.

Frawley, W. (1992) *Linguistic Semantics.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Freixa, J. (2003) *La variació terminológica: anàlisi de la variació denominativa en textos de diferent grau d'especialització de l'àrea de medi ambien.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Serie Tesis, 3, edición en CD-Rom. Tesis de doctorado.

Galinski, C. & Nedobity, W. (1989) "International Terminology Standarization", en *Infoterm* 1, 1-8.

Gallardo, S. (2000) "Clon y clonación: Variabilidad conceptual en ciencias biológicas", en *Terminology* 6:1, 59–78.

Gallardo, S. (2003) *Los textos de medicina en la prensa escrita. Un análisis lingüístico-textual de la recomendación.* Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Tesis de doctorado.

Gaudin, F. (1993) *Socioterminologie.* Publications de l'Université de Rouen N°182.

Gaudin, F. (ed.) (1995) *Usages sociaux des termes: théories et terrains. Meta,* Vol. 40, n.2.

Gaudin, F. (1996) "Terminologie: l'ombre du concept"en *Meta* XLI-4.

Gläser, R. (1993) "A Multi-level Model for a Typology of LSP Genres", en *Fachsprache. International Journnal of LSP, 15 (Heft 1-2)*, 18-26.

Guespin, L. & Laroussi F. (1989) "Glottopolitique et standardisation terminologique", en *La Banque de Mots* (número especial), 5-21.

Gnutzmann, C. & Oldenburg, H. (1991) "Contrastive Text Linguistics in LSP-Research: Theoretical Considerations and some Preliminary Findings", en Schröder, H. (ed.) *Subject-oriented Texts. Languages for Special Purposes and Text Theory.* Berlin-NY: Walter de Gruyter, 103-136.

Heinemann, W. (2000) "Textsorten. Zur Diskussion um Basisklassen des Kommunizierens. Rückschau und Ausblick", en K. Adamzik (Hrsg.) *Textsorten. Reflexionen und Analysen.* Tübingen: Stauffenburg.

Heinemann, M. & Heinemann, W. (2002). *Grundlagen der Textlinguistik.* Tübingen: Niemeyer.

Heinemann, W. & Viehweger, D. (1991) *Textlinguistik. Eine Einführung.* Tübingen: Niemeyer.

Hoffmann, L. (1982) "Característiques dels llenguatges d'especialitat", en Brumme, J. (ed.) (1998) *Llenguatges d'especialitat. Selecció de textos.* Barcelona: Institut Universitari de Linguistica Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 21-90.

Jackendoff, R. (1983) *Semantics and cognition.* Cambridge: The MIT Press.

Gaudin, F. (2002) *Foundations of Language.* New York: Oxford University Press.

Johnston, M., Boguraev, B. & Pustejovsky, J. (1995) "The Acquisition and Interpretation of Complex Nominals" en *Papers from the 1995 American Association for Artificial Intelligence.* California: AAAI Press, 69-74.

Kageura, K., Daille, B., Nakagawa, H. & Chien, L. (2004) "Recent trends in computational terminology", en *Terminology*, volume 10, number 1, 1-21.

Kintsch, W. (1996) "El rol del conocimiento en la comprensión del discursos: un modelo de construcción-integración", en *Textos en contexto 2*, Buenos Aires: Asociación Internacional de Lectura, 69-138.

Kocourek, R. (1992) "Les textes spécialisés et la terminologie en tant qu'objet de l'analyse linguistique", en *Terminologie et linguistique de spécialité: études de vocabulaires et textes spécialisés*, s/r.

Kovacci, O. (1999) "El adverbio", en Bosque, I. & Demonte, V. (eds.) *Gramática descriptiva d el alengua española.* Volumen 1, capítulo 11. Madrid: Espasa, 75-786.

Krieger, M.G. & Maciel, A. M. B. (orgs.) (2001) *Temas de Terminologia.* Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS/ Humanitas/USP.

Kuguel, I. (2000) "Variación terminológica y correferencialidad textual", en *Organon*, 12, 26, 91-108.

Kuguel, I. (2001) "El rol de los interlocutores de la comunicación especializada: su relación con los aspectos léxicos de los textos de especialidad", en *Problemas de investigación, ciencia y desarrollo. Segunda Jornada Anual de Investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento, 2000.* San Miguel: Universidad Nacional de General Sarmiento, 377-388.

Kuguel, I. (2002a) "La reducción léxica de sintagmas terminológicos en el contexto discursivo", en *Terminología, desenvolvimento e identidade nacional. VI Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC, 577-594.

Kuguel, I. (2002b) "Variación del significado léxico de nombres de clase natural", en *IX Congreso de la Sociedad Argentina de Lingüística*, Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, CD-Rom.

Kuguel, I. (2003a) "La reducción de sintagmas terminológicos en el contexto discursivo", en *Cadernos do IL*, N° 26/27. Porto Alegre: Instituto de Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 85-96.

Kuguel, I. (2003b) "La variación conceptual de la terminología en los textos de especialidad", en *Cuartas Jornadas de Traducción y Terminología del NOA.* Tucumán: CETRATER, 125-137.

Kuguel, I. (2003c) "La caracterización de los textos de especialidad y el trabajo terminológico", en *Terminologia e indústrias da língua. VII Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC, 579-592.

Kuguel, I. (2004a) "El significado de los nombres genéricos en el léxico especializado", en Faber, P., Jiménez, C. & Wotjak, G. (eds.) *Léxico especializado y comunicación interlingüística.* Granada: Serie Granada Lingvistica, 131-144.

Kuguel, I. (2004b) "Estructura semántica del léxico especializado" (2004), en *Rasal Lingüística, Revista de la Sociedad Argentina de Lingüística,* N°2. Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, 13-30.

Kuguel, I. (2005) "Caracterización semántica del léxico en textos de ecología: los nombres de clase natural", en Ciapuscio, G, Jungbluth, K. y Kaiser, D. (eds.) *Linguistik am Text. Beiträge aus Argentinien und Deutschland. / Lingüística en el texto. Contribuciones de Argentina y Alemania.* Revista *Neue Romania*, 32. Berlin: Institut für Romanische Philologie der Freien Universität Berlin, 247-262.

Kuguel, I. (en prensa) "La generación de significado en contexto", en *Revista de Lengua y Literatura 35/40*, Departamento de Letras, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Comahue.

Lakoff, G. & Johnson, M. (1980) *Metáforas de la vida cotidiana.* Madrid: Cátedra.

Lakoff, G. & Johnson, M. (1987) "La estructura metafórica del sistema conceptual humano", en Norman, D.A. *Perspectivas de la ciencia cognitiva.* Paidós.

Lara, L. F. (1998/1999) "'Concepts' and Term Hierarchy", en *Terminology*, volume 5, number 1, 59-76.

Lara, L. F. (1999) "Término y cultura: hacia una teoría del término", en Cabré, M.T. & Lorente, M. (eds.) *Terminología y modelos culturales.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 39-60.

Lascarides, A. (1995) "Representing Lexical Polysemy", en Representation and Acquisition of Lexical Knowledge: Polysemy, Ambiguity and Generativity. California: AAAI Press, 21-26.

Laurence, S. & Margolis, E. (1999) "Concepts and cognitive science", en Margolis, E. & Laurence, S. *Concepts: Core Readings.* Cambridge, MA: MIT Press, 1-83.

Lenci, A., Bel, N., Busa, F., Calzolari, N., Gola, E., Monachini, M., Ogonowski, A., Peters, I., Peters, W., Ruimy, N., Villegas, M.& Zampolli, A. (2000) "SIMPLE: A General Framework for the Development of Multilingual Lexicons", en *International Journal of Lexicography*, 13 (4), 249-263.

Leičik, V.M. (1993) "Peculiarities of term function in texts", en *Selected readings in Russian terminology research*, International Network of Terminology, Vienna: TermNet, 93-101.

L'Homme, M-C., Heid, U. & Sager, J.C. (2004) "Terminology during de past decade", en *Terminology*, volume 9, number 2, 151-161.

Lerat, P. (1995) *Las lenguas especializadas*. Barcelona: Ariel.

Loffler-Laurian, A. M. (1983). Typologie des discours scientifiques: deux approches. *Etudes de Linguistique Appliquée, 51.*

Lorente, M. (2000) "Verbos y discurso especializado", en *http: // elies.rediris.es/ elies16/ Lorente.html #N1*

Lorente, M. (2001) "Teoría e innovación en terminografía: la definición terminográfica", en Cabré, M. T. & Feliú, J. (eds.) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica*, Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 81-112.

Lorente, M. (2002) "Terminología y fraseología especializada: del léxico a la sintaxis", en Guerrero Ramos, G. & Pérez Lagos, M. *Panorama actual de la terminología.* Granada: Editorial Comares, 159-179.

Lorente, M., Bevilacqua, C. & Estopa, R. (2002) "El análisis de la fraseología especializada mediante elementos de la lingüística actual", en *Terminología, desenvolvimento e identidade nacional. VI Simposio Iberoamericano de Terminología.* Lisboa: ILTEC / Edições Colibri, 647-666.

Lundquist, L. (1989) "Coherence in Scientific Texts", en Heydrich, W., Neubauer, F., J. Petöfi & W. Sözer (eds.) *Connexity and Coherence*. Berlin: Walter de Gruyter.

Lundquist, L. (1991) "Some considerations on the relations between text linguistics and the study of texts for specific purposes", en Schröder, H. (ed.) *Subject-Oriented Texts. Research in Text.Theory*, vol. 16. Berlin/New York: de Gruyter.

Lundquist, L. & R. Jarvella (2000) "Knowledge, events and anaphors in texts for specific purposes", en Lundquist, L. & R. Jarvella (eds.) *Language, text and knowledge.* Berlin: Mouton de Gruyter.

Marshman, E., Morgan, T. & Meyer, I. (2002) "French patterns for expressing concept relations", en *Terminology*, volume 8, number 1, 1-29.

Meyer, I. (1992) "Knowledge Management for Terminology-Intensive Applications: Needs and Tools", en Pustejovsky, J. & Bergler, S. (eds.) *Lexical Semantics andKnowledge Representation. Proceedings of the First SIGLEX Workshop.* Berlin: Springer Verlag.

Meyer, I., Eck, K. & Skuce, D. (1997) "Systematic Concept Analysis within a Knowledge-Based Approach to Terminology", en Wright, S.E. & Budin, G. (comp.) *Handbook of Terminology Management.* Amsterdam: John Benjamins, 98-118.

Meyer, I. & Mackintosh, K. (1996) "The Corpus from a Terminographer's Viewpoint", en *International Journal of Corpus Linguistics, Vol. 1 (2)*, 257-285.

Meyer, I. & Mackintosh, K. (2000) "'L'étirement' du sens terminologique: aperçú du phénomène de la déterminologisation", en Béjoint, H. & Thoiron, P. (dirs.) (2000). *Le sens en terminologie.* Lyon: Presses Universitaires de Lyon, 198-217.

Otañi, I. (2005) "Procedimientos de reformulación del léxicos especializado en la clase de biología", en *Rasal Lingüística, Revista de la Sociedad Argentina de Lingüística,* N°1. Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, 69-84.

Otman, G. (1996) *Les representations sémantiques en terminologie.* Paris: Mason.

Otman, G. (1997) "Les bases de connaissances terminologiques: les banques de terminologie de seconde génération", en *Meta,* XLII, 2, 244-256.

Pearson, J. (1998) *Terms in context.* Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.

Pearson, J. (1999) "Comment accéder aux éléments définitoires dans les textes spécialisés?", en *Terminologies nouvelles*, N° 19, 21-28.

Picallo, C. (1999) "La estructura del sintagma nominal: las nominalizaciones y otros sustantivos con complementos argumentales", en Bosque, I. & Demonte, V. (eds.) *Gramática descriptiva de la lengua española.* Madrid: Espasa, 363-393.

Picht, H. & Draskau, J. (1985) *Terminology: an introduction.* Guildford: University of Surrey.

Pustejovsky, J. (1988) "The Geometry of Events", en Tenny, C. (ed.) *Studies in Generative Approaches to Aspect.* Cambridge: MIT.

Pustejovsky, J. (1991a) "The Generative Lexicon", en *Computational Linguistics*, Volume 17, Number 4, 409-441.

Pustejovsky, J. (1991b) "The syntax of event structure", en *Cognition,* Volume 41, Issues 1-3, 47-81.

Pustejovsky, J. (1995a) *The Generative Lexicon.* Cambridge: The MIT Press.

Pustejovsky, J. (1995b) "Linguistic constraints on type coercion", en Saint-Dizier, P. & Viegas, E. (eds.) *Computational Lexical Semantics.* USA: Cambridge University Press.

Pustejovsky, J. (1996) "The Semantics of Complex Types", en *www.cs.brandeis.edu/~jamesp.*

Pustejovsky, J. (1998a) "The Semantics of Lexical Underspecification", en *Folia Lingüística* XXXIII / 3-4. Wien: Mouton de Gruyter.

Pustejovsky, J. (1998b) "Generativity and Explanation in Semantics: A Reply to Fodor and Lepore", en *Linguistic Inquiry*, volume 29, Number 2, 289-311.

Pustejovsky, J. (2000a) "Events and the semantics of opposition", en Tenny, C. & Pustejovsky, J. (eds.) *Events as grammatical objects.* Stanford: CSLI Publications.

Pustejovsky, J. (2000b) "Lexical Shadowing and Argument Closure", en Ravin, Y. & Leacock, C. (eds.) *Polysemy (theoretical and computational approaches).* Oxford: Oxford University Press.

Pustejovsky, J. (2000c) "Syntagmatic processes", en *Handbook of lexicography.* Mouton de Gruyter.

Pustejovsky, J. (2001) "Type Construction and the Logic of Concepts", en Bouillon, P. & Busa, F. (eds.) *The Syntax of Word Meaning.* Cambridge: Cambridge University Press.

Pustejovsky, J., Bergler, S. & Anick, P. (1993) "Lexical Semantic Techniques for Corpus Analysis" en *Computational Linguistics*, Volume 19, Number 2, 331-358.

Pustejovsky, J. & Boguraev, B. (1994) "A Richer Characterization of Dictionary Entries: The Role of Knowledge Representation", en Atkings, B.T.S. & Zampolli, A. (eds.) *Computational Approaches to the Lexicon.* Oxford: OUP, 295-311.

Pustejovsky, J. & Boguraev, B. (1996) "Introduction: Lexical Semantics in Context", en Pustejovsky, J. & Branimir, B. (eds.) *Lexical Semantics: the problem of polisemy.* Oxford: Clarendon Press.

Pustejovsky, J., Boguraev, B., Verhagen, M. Buitelaar, P. & Johnston, M. (1997) "Semantic Indexing and Typed Hyperlinking", en *Proceedings of AAII Spring 1997 Workshop on Natural Language Processing for the World Wide Web*, Standford University, March 1997.

Pustejovsky, J. & Bouillon, P. (1996) "Aspectual coercion and logical polysemy", en Pustejovsky, J. & Boguraev, B. (eds.) *Lexical Semantics: the problem of polisemy.* Oxford: Clarendon Press.

Putnam, H. (1975) "The meaning of meaning" en *Mind, language and reality.* Cambridge: Cambridge University Press, 215-271.

Rey, A. (1979) *La terminologie: noms et notions.* Paris: Presses Universitaires de France.

Rey, A. (1995) *Essays on Terminology.* Amsterdam/Filadelfia: Benjamins Translation Library.

Rey, A. (1998) "Terminology between the experience of reality and the command of signs", en *Terminology*, volume 5, number 1, 121-134.

Riggs, F. W. (1981) "Informe Interconcept. Un nuevo paradigma para resolver los problemas de terminología en ciencias sociales". *Informes y documentos de ciencias sociales N°47*, París.

Rousseau, J.J. (1995) "Terminologie et aménagement linguistique", en *Jornada Panllatina de Terminologia*, Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 19-29.

Sager, J. C. (1990) *A Practical Course in Terminology Processing.* Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.

Sager, J. C. (1998/1999) "In search of a foundation: Towards a theory of the term", en *Terminology*, volume 5, number 1, 41-57.

Sager, J. C. (2000) "Pour une approche fonctionnelle de la terminologie", en Béjoint, H. & Thoiron, P. (dirs.) *Le sens en terminologie.* Lyon: Presses Universitaires de Lyon, 41-60.

Sager, J. C. & Kageura, K. (1994) "Concept classes and conceptual structures, their role and necessity in terminology", en *Terminology and LSP Linguistics, Studies in Specialised Vocabularies and Texts.* Actes de Langue Française et Linguistique (ALFA), 7-8, 191-216.

Saurí, R., Bofias, E. & Badia, T. (2001) "Sistemas de representación de la información léxica", en Cabré, M. T. & Feliú, J. (eds.) *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica*, Barcelona: Institut Universitari de Lingüística aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 251-283.

Swales, J. (1990). *Genre Analysis. English in academic and research settings.* Cambridge: Cambridge Academic Press.

Schnitzer, J. & Fortanet, I. (1998) "Lengua para fines específicos y lenguaje de especialidad: algunas consideraciones conceptuales", en Vázquez Orta, I. & Guillén Galve, I. (eds.) *Perspectivas pragmáticas en lingüística aplicada.* Zaragoza: ANUBAR, 465-469.

Schröder, H. (Ed.) (1991) *Subject-oriented Texts: Languages for Special Purposes & Text Theory.* (Vol. 16). Berlin: Walter de Gruyter.

Silvestri, A. (1995) *Discurso instruccional.* Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras y Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires. Enciclopedia Semiológica.

Slodzian, M. (1995) "Comment revisiter la doctrine terminologique aujourd'hui?", en *La Banque des mots*, 7, 11-18.

Slodzian, M. (2000) "L'émergence d'une terminologie textuelle et le retour du sens", en Béjoint, H. & Thoiron, P. (dirs.) *Le sens en terminologie.* Lyon: Presses Universitaires de Lyon, 61-85.

Sowa, J. (1993) "Lexical structure and conceptual structures", en Pustejovsky, J. (ed.) *Semantics and Cognition.* Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 223-262.

Tebé, C. (2002) "Los conceptos revisitados: una perspectiva cognitiva", en Guerrero Ramos, G. & Pérez Lagos, M. *Panorama actual de la terminología.* Granada: Editorial Comares, 360-371.

Temmerman, R. (1998/1999) "Why traditional terminology theory impedes a realistic description of categories an terms in the life sciences", en *Terminology*, volume 5, number 1, 77-92.

Temmerman, R. (1997) "Questioning the univocity ideal. The difference between socio-cognitive Terminology and traditional Terminology", en *Hermes* 18, 51-90.

Temmerman, R. (2000a) *Towards new ways of terminology description: the socio-cognitive approach.* Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.

Temmerman, R. (2000b) "Une théorie réaliste de la terminologie: le sociocognitivisme", en *Terminologies nouvelles*, N° 21, 58-64.

van Dijk, T. (1978) *La ciencia del texto.* Barcelona: Paidos.

van Dijk, T. (1985) "Semantic Discourse Analysis", en *Handbook of Discourse Analysis*, Vol 2. London: Academic Press.

Weinrich, H. (1994) "Wissenschaftssprache, Sprachkultur un die Einheit der Wissenschaft", en Weinrich, H. & Kretzenbacher (eds.) *Linguistik der Wissenschaftssprache.* Berlin/New York: de Gruyter.

Weissenhofer, P. (1995) *Conceptology in Terminology Theory, Semantics and Word-Formation.* Vienna: TermNet (International Network for Terminology).

Werlich, E. (1975) *Typologie der Texte.* München: Fink.

Wichter, S. (1994) *Experten- und Laienwortschätze: Umriss einer Lexikologie der Vertikalität.* Tübingen: Niemeyer.

Wüster, E. (1979) *Introducción a la teoría general de la terminología y a la lexicografía terminológica.* Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, 1998.

ANEXOS

CORPUS TEXTUAL

TEXTO 1

Castañé, P. M., Loez, C.R., Olguín, H.F., Puig, A., Rovedatti, M.G., Topalián, M.L. & Salibián, A. (1998) "Caracterización y variación espacial de parámetros fisicoquímicos y del plancton en un río urbano contaminado (Río Reconquista, Argentina)", en *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 14 (2) 69-77.

Rev. Int. Contam. Ambient. 14 (2) 69-77, 1998

CARACTERIZACIÓN Y VARIACIÓN ESPACIAL DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y DEL PLANCTON EN UN RÍO URBANO CONTAMINADO (RÍO RECONQUISTA, ARGENTINA)

Patricia M. CASTAÑÉ [1], Carolina R. LOEZ [1,2], Héctor F. OLGUÍN [1,2], Alba PUIG [1,3], María G. ROVEDATTI [1], Mirta L. TOPALIÁN [1] y Alfredo SALIBIÁN [1,4]

[1] Programa de Ecofisiología Aplicada, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján. Casilla 221, 6 700 - Luján, Argentina.
[2] Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, 1428 - Buenos Aires, Argentina.
[3] Museo Argentino de Ciencias Naturales «B. Rivadavia» e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, Buenos Aires, Argentina.
[4] Carrera del Investigador Científico Tecnológico, Comisión de Investigaciones Científicas. Provincia de Buenos Aires, Argentina.

(Recibido agosto 1997, aceptado agosto 1998)

Palabras clave: parámetros fisicoquímicos, fitoplancton, zooplancton, variación espacial, contaminación, río Reconquista, Argentina, América del Sur.

RESUMEN

Durante 1994 se muestreó mensualmente el agua superficial (hasta 50 cm) en cinco sitios (a 5, 10, 20, 38 y 46 km de las nacientes) del río Reconquista (Buenos Aires, Argentina), receptor de efluentes domésticos, agrícolas e industriales. Con el fin de profundizar la caracterización de este río y determinar sus tendencias espaciales, se evaluaron 22 parámetros físicos y químicos, así como la composición y densidad del fito y zooplancton. Se notó un mayor deterioro de la calidad del agua río abajo, manifestando gradientes o un cambio brusco después de la desembocadura del arroyo Morón, altamente contaminado. Amonio, ortofosfatos, dureza, temperatura, alcalinidad, DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad aumentaron aguas abajo, mientras que oxígeno disuelto y pH disminuyeron. El oxígeno disuelto (19 veces entre valores extremos de las medias anuales de los cinco sitios), el amonio (16 veces) y la DBO (6 veces) mostraron la mayor variación espacial. Las concentraciones de los metales pesados generalmente excedieron los niveles de protección para la vida acuática. La densidad del fitoplancton (media: 6 400 ind/mL) estuvo dominada por Chlorophyceae, Bacillariophyceae y Cyanophyceae; y la del zooplancton (media: 67 ind/L), por los rotíferos y nauplii. La densidad media del fitoplancton total aumentó hasta el sitio distante 38 km de las nacientes, lo que pudo interpretarse como una consecuencia del progresivo enriquecimiento en nutrimentos, y disminuyó en el último, donde habrían prevalecido los efectos tóxicos de los contaminantes. El deterioro espacial creciente de la calidad del agua se asoció negativamente con la abundancia de los grupos de crustáceos planctónicos.

ABSTRACT

During 1994 monthly surface water (up to 50 cm) samples were taken from five sites (5, 10, 20, 38 and 46 km away from the origin) along the Reconquista river (Buenos Aires), which receives domestic, agricultural and industrial effluents. In order to thoroughly characterize this river and to evaluate its spatial trends, 22 physical and chemical parameters, as well as the phyto- and zooplankton composition and abundance were determined. Most of the physical and chemical parameters evidenced an increased water quality deterioration downstream, displaying gradients or a sudden change after the discharge of the highly polluted Morón stream. Ammonium, orthophosphates, hardness, temperature, alkalinity, BOD, COD, phenols, chlorides and conductivity increased along the river, whereas dissolved oxygen and pH decreased. The parameters that showed highest spatial variation where dissolved oxygen (19 times, when comparing the higher and lower annual means of the five sampling sites), ammonium (16 times) and BOD (6 times). Heavy metals concentration generally exceeded the aquatic life protection levels. Phytoplankton density (mean: 6 400 ind/mL) was mainly made up by Chlorophyceae, Bacillariophyceae and Cyanophyceae, while zooplankton (mean: 67 ind/L) was mainly made up by rotifers and nauplii. The mean density of total phytoplankton increased up to 38 km away from the origin, which could be interpreted as a consequence of the progressive nutrient enrichment downstream, and decreased in the last site, where toxic effects of pollutants were probably prevalent. The increasing deterioration of water quality was negatively associated with the abundance of planktonic crustaceans.

INTRODUCCIÓN

Los ríos son sistemas abiertos, cambiantes a lo largo del tiempo y de su curso, sometidos a la influencia del clima y las características de la cuenca. La actividad humana incide en su funcionamiento, llegando a determinarlo en muchos casos (Sabater *et al.* 1993). La capacidad que los ríos presentan para degradar total o parcialmente algunas de las sustancias de origen antrópico es limitada y resulta superada, en muchos casos, por la magnitud y velocidad de dicho proceso (Allan 1995).

El río Reconquista es un curso de agua templado de llanura en cuya cuenca se establecieron aproximadamente 3 millones de habitantes (alrededor del 10 % de la población total de la Argentina y un 31.5 % de la población de la Capital Federal y su región metropolitana) (INDEC 1994), así como varios miles de industrias.

En los últimos 30 años la calidad del río se ha ido deteriorando debido a descargas domiciliarias e industriales con poco o nulo tratamiento. Actualmente es considerado como uno de los cuerpos de agua dulce que presenta características más críticas en el país, por la variedad y la cantidad de desechos vertidos en él y por el posible impacto de sus descargas en el Río de la Plata, estuario binacional que abastece de agua a la ciudad de Buenos Aires y parte del área suburbana. Este particular cuadro de situación ambiental podría agravarse en el futuro próximo considerando que las proyecciones globales prevén que en el año 2025 más del 92% de la población argentina será urbana (Escalona y Winchester 1994).

Las aguas contaminadas del río avanzaron sobre el área circundante en las frecuentes inundaciones que ha sufrido esta cuenca (las mayores en 1959, 1967, 1982 y 1985), alcanzando los mantos acuíferos, de los cuales se abastece gran parte de lo habitantes de la zona.

Dado que se han iniciado medidas de saneamiento en el Ri Reconquista, este estudio constituye una línea de base útil pa el control futuro de los efectos de las acciones que se in plementen. Asimismo, la evaluación de los patrones espacial de distintos parámetros limnológicos contribuye a definir l zonas más críticas, orientando las decisiones tendientes a recuperación.

Durante los años 1985-1987 se realizó el primer monitor sistemático de algunas variables físicas, químicas y del fi plancton de este río y se establecieron correlaciones entre ell (Loez y Salibián 1990, Topalián *et al.* 1990, Loez 1995).

Dentro del marco de un proyecto más amplio sobre evalu ción ecotoxicológica del Río Reconquista (Salibián 1996), el jetivo de este trabajo consistió en determinar las tendencias paciales de parámetros físicos, químicos y biológicos, con el de profundizar la caracterización de este río.

Algunos resultados parciales fueron dados a conocer en f ma preliminar con anterioridad (Castañé *et al.* 1996, Ferrari *et* 1994, García *et al.* 1996, Loez *et al.* 1994, Olguín y Loez 1996)

Área de estudio

El río Reconquista, situado en la zona Noroeste de la Reg Metropolitana de Buenos Aires (34° 41' S; 59° 24' W), se orig en la confluencia de los arroyos Durazno, La Choza y La Hor ta, y se une finalmente al río Luján, que desemboca en el Rí la Plata (Fig. 1). En su recorrido de aproximadamente 55 km r be el aporte de 82 pequeños cursos de agua. Su cuenca (1 km²) limita al N y al E con la del río Luján y al S y O, con la de Matanza.

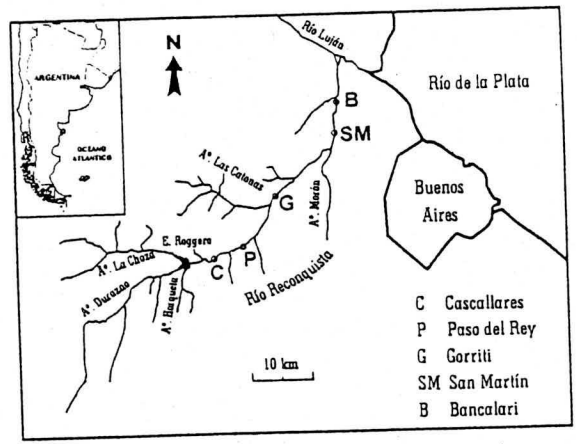


Fig. 1. Mapa de la cuenca del Río Reconquista donde se indican los sitios de muestreo

Las precipitaciones están distribuidas a lo largo del año, sin estación seca definida (clima isohigro) con máximos en mayo y diciembre (Kuczynski 1981). Durante 1994 la precipitación fue de 12 mm con un rango de 0 a 65 mm diarios, según registros de la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Luján.

En la llanura alta de la cuenca 72 000 ha se utilizan para actividades agropecuarias, mientras en la llanura media y baja 95 000 ha están urbanizadas o dentro de los planes de desarrollo urbano futuro e incluyen áreas verdes y públicas. Con el objeto de regular los caudales de la cuenca superior del río se construyeron diques en los arroyos La Choza y Durazno y en el curso principal la represa Ing. Roggero, que posee un sistema de compuertas manuales (Zalazar 1996).

El arroyo Morón (16 km de longitud; 0.9 m^3/seg de caudal promedio) le aporta un importante flujo de contaminantes de fuentes domésticas y de numerosas fábricas (frigoríficos, tejedurías, productos químicos, mataderos, etc.) (Kuczynski 1994).

Se seleccionaron cinco sitios de muestreo libres de la influencia de las mareas del Río de la Plata (Fig. 1): Cascallares, en el área rural (a 5 km del nacimiento del río); Paso del Rey (a 10 km); Gorriti (a 20 km); Parque San Martín (a 38 km), luego de la desembocadura del arroyo Morón, y Bancalari (a 46 km). En Cascallares el ancho del río es de 4 a 14 m y la profundidad de 0.5 a 1 m, aproximadamente, llegando en Bancalari hasta cerca de 25 m de ancho y 2.5 m de profundidad.

Paso del Rey y Gorriti se hallan ubicados en una zona urbano-rural, afectada por abundantes descargas de efluentes domiciliarios e industriales. Entre San Martín y Bancalari una parte importante del área adyacente al río es utilizada por el CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana S. E.) como zona de descarga de desechos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 1994 se realizaron muestreos mensuales en el agua subsuperficial (hasta 50 cm) de los cinco sitios mencionados.

La metodología utilizada para los análisis de agua se basó en métodos estándar (APHA, AWWA y WPCF 1992).

En el campo se determinaron por duplicado: temperatura y pH (sensor Lufthman P300), conductividad (sensor Lufthman C400), alcalinidad total (por titulación con HCl) y dureza total (suma de alcalino térreos por valoración con EDTA-Na_2 e indicador mixto).

Se tomaron muestras de agua del río, por duplicado, se trasladaron al laboratorio a 4 °C y se analizaron en el día de su recolección. En cada alícuota se determinó por duplicado: turbidez (por nefelometría), sólidos totales (secado a 103-105 °C), oxígeno disuelto (Winkler), DBO (consumo de oxígeno en 5 días) y DQO (método del dicromato de potasio). En agua filtrada (0.45 µm de abertura de poro) se evaluaron por colorimetría amonio, nitritos, nitratos, ortofosfatos, cloruros y fenoles. Para determinar metales pesados disueltos (As, Cd, Cr, Cu, Pb y Zn) se filtraron (0.45 µm) las muestras de agua de Cascallares, San Martín y Bancalari, que se conservaron acidificadas (pH < 2) con ácido nítrico hasta su análisis por espectrofotometría de absorción atómica (equipo Shimadzu AA 6501), con horno de grafito acoplado (Shimadzu GFA 6000). Los límites de detección (µg/L) fueron: As= 10, Cd= 1, Cr= 2, Cu= 2, Pb= 5 y Zn= 1.

Se tomaron muestras cualitativas de fitoplancton con red cónica de 15 µm de abertura de poro y cuantitativas (250 mL) por duplicado, sin filtrar, fijándose *in situ* con lugol 3 - 5 %. El reconocimiento taxonómico de las microalgas se efectuó con microscopio óptico "Nikon". Los recuentos algales se realizaron a nivel de género, salvo en el caso de floraciones, donde se alcanzó el de especie para las dominantes, consultando principalmente a Bourrelly (1966, 1968 y 1970). Las muestras cuantitativas se dejaron sedimentar en cubetas de 5 y 10 mL y se efectuaron los recuentos, mediante un microscopio óptico invertido "Zeiss", siguiendo la metodología propuesta por Utermöhl (1958). Por convención, se contaron por lo menos 200 organismos totales, alcanzándose un error máximo del 10-15 % (Venrick 1978). Los resultados se expresan en individuos por mililitro (ind/mL).

Las muestras de zooplancton se obtuvieron filtrando 100 L de agua, tomada con bomba de succión sumergible, a través de una red de 48 µm de abertura de poro y se fijaron "in situ" con formol 3-5 %. Las submuestras de 5 mL, tomadas con pipeta tipo Hensen, se contaron totalmente en cámara de Bogorov bajo microscopio estereoscópico "WildM8" (hasta 100 aumentos), siguiendo pautas similares a las de Lewis (1979). Se calculó la densidad de organismos en individuos por litro (ind/L).

Las medias anuales de fito y zooplancton se calcularon ponderando los valores de densidad por el lapso transcurrido entre sucesivos muestreos.

Con el objeto de determinar patrones espaciales, independientemente de los temporales, se promediaron muestras no contemporáneas de un mismo sitio (Boesch 1977).

RESULTADOS

Las medias anuales de Cd, Cr, Cu, Pb y Zn, así como el máximo de arsénico (Tabla I) excedieron los límites para la protección de la vida acuática permitidos en la Argentina (Ley Nacional de Residuos Peligrosos Nº 24.051/93). Los máximos de estos metales pesados superaron el límite respectivo en 1.7 (As), 300 (Cd), 150 (Cr), 65 (Cu), 40 (Pb) y 17 veces (Zn). Sus concentraciones no evidenciaron patrones espaciales definidos.

Los restantes parámetros físicos y químicos (Tabla II) se agruparon de acuerdo con el patrón de variación espacial de sus medias anuales por sitio (Fig. 2). Las mismas se expresaron en porcentajes, con el fin de uniformar las escalas y facilitar la comparación. La media anual máxima de cada parámetro se consideró como 100 % para el mismo.

Las medias anuales de algunas variables físicas y químicas consideradas manifestaron un gradiente espacial más o menos marcado. El amonio, los ortofosfatos, la dureza, temperatura y alcalinidad (Fig. 2a) tendieron a aumentar desde Cascallares hasta Bancalari, mientras que el oxígeno y el pH (Fig. 2b) disminuyeron en ese sentido. El grado de variación espacial fue mayor para

TABLA I. METALES PESADOS DISUELTOS (mg/L) EN CASCALLARES, SAN MARTÍN Y BANCALARI*

	Cascallares	San Martín	Bancalari	Media anual	Niveles guía (a)
Arsénico	< 10 - 60	< 10 - 87	< 10 - 34	28	50
Cadmio	< 1 - 11	< 1 - 5	< 1 - 60	7	2-4 (b)
Cromo	< 2 - 20	6 - 250	15 - 300	52	2
Cobre	20 - 130	8 - 94	15 - 57	43	0.8-1.8 (b)
Plomo	< 5 - 20	< 5	< 5 - 40	15	2-7 (b)
Zinc	50 - 510	44 - 400	16 - 390	165	30

* Medias anuales, valores mínimos y máximos de las concentraciones y niveles guía de calidad de agua dulce superficial para la protección de la vida acuática en Argentina

(a) Corresponde a la concentración total del metal según Ley Nº 24051, Año 1993. Residuos Peligrosos.

(b) Variación dentro del rango de dureza encontrado

TABLA II. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL RÍO RECONQUISTA. MEDIAS ANUALES Y VALORES MÍNIMOS Y MÁXIMOS

Parámetro	Media	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	20.4	9.2	30.4
Conductividad (mS/cm)	1096	357	1792
pH	8.1	7.5	9.3
Dureza (mmol $CaCO_3$/L)	1.5	0.8	2.6
Alcalinidad (mg $CaCO_3$/L)	982	400	1485
Turbidez (UTF)	106	33	645
Sólidos totales (mg/L)	874	341	1240
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.5	0	10.9
DBO (mg/L)	22.1	2.6	80.8
DQO (mg/L)	116	46	339
Amonio (mg N-NH_4^+/L)	6.9	0.2	19.0
Nitritos (mg N-NO_2^-/L)	0.18	0.01	0.59
Nitratos (mg N-NO_3^-/L)	1.74	0.15	4.85
Ortofosfatos (mg PO_4^{3-}/L)	3.62	0.30	7.90
Cloruros (mg/L)	81.5	20.0	168.0
Fenoles (mg/L)	0.68	0.15	1.70

el oxígeno (la media máxima fue 19 veces superior a la media mínima), amonio (16 veces) y ortofosfatos (3 veces).

Otro grupo de parámetros, constituido por DBO, DQO, fenoles, cloruros y conductividad (Fig. 2c), experimentaron un patrón de contraste (cambio brusco), presentándose el mayor aumento relativo entre Gorriti y San Martín y manteniéndose valores altos en Bancalari. Los sólidos totales concordaron parcialmente con este patrón. La diferencia entre sitios extremos fue más notoria para DBO (6 veces).

Los nitritos y nitratos (Fig. 2d) alcanzaron valores mayores en Paso del Rey y Gorriti, presentando en San Martín y Bancalari niveles semejantes a los de Cascallares. El patrón de la turbidez presentó máximos en Cascallares y San Martín y mínimos en Bancalari y Paso del Rey.

En el estudio cualitativo del fitoplancton se identificaron 92 géneros pertenecientes a las clases Chlorophyceae (34), Bacillariophyceae (29), Cyanophyceae (15), Euglenophyceae (5), Chrysophyceae (4), Xanthophyceae (3) y Zygophyceae (2).

Los géneros más frecuentemente registrados (> 90 %) fueron *Nitzschia*, *Cyclotella*, *Aulacoseira*, *Navicula* y *Synedra* (Bacillariophyceae), mientras *Scenedesmus*, *Monoraphidium* y *Pediastrum* (Chlorophyceae) alcanzaron frecuencias de aparición entre 75 y 90 %.

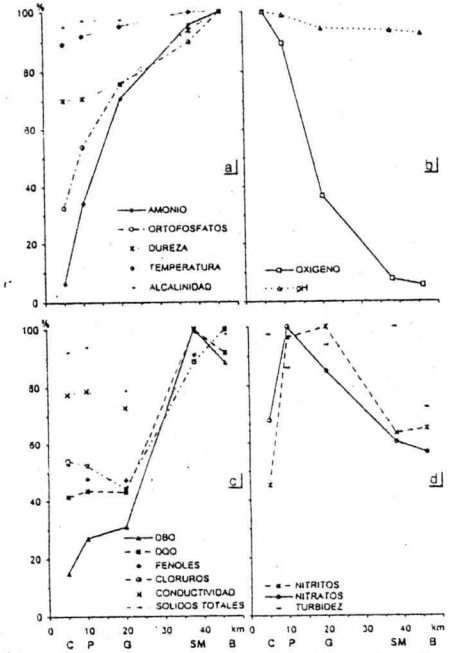


Fig. 2. Variación espacial de las medias anuales de distintos parámetros físicos y químicos. La media anual máxima de cada parámetro se consideró como el 100 % para el mismo. (amonio: 11.1 mg N-NH_4^+/L; ortofosfatos: 5.1 mg/L; dureza: 1.9 mmol $CaCO_3$/L; temperatura: 21.3 °C; alcalinidad: 997 mg $CaCO_3$/L; oxígeno disuelto: 7.3 mg/L; pH: 8.5; DBO: 41 mg O_2/L; DQO: 158 mg O_2/L; fenoles: 0.98 mg/L; cloruros: 118.5 mg/L; conductividad: 1279 mS/cm; sólidos totales: 943 mg/L; nitritos: 0.25 mg N-NO_2^-/L; nitratos: 4.47 mg N-NO_3^-/L; turbidez: 123.3 UTF). Los sitios se ubicaron según su distancia a las nacientes. C: Cascallares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

La abundancia total del fitoplancton varió entre 1.5 y 55,000 ind/mL, con un promedio de 6,400 ind/mL. Chlorophyceae (41 %), Bacillariophyceae (38 %) y Cyanophyceae (19 %) fueron las clases dominantes (Tabla III). La mayor importancia numérica de Chlorophyceae y Cyanophyceae estuvo acotada al verano, época en que se registraron floraciones de la clorofita *Chlorella vulgaris* y de las cianofitas *Microcystis aeruginosa* y *Merismopedia punctata*, y la de Bacillariophyceae a invierno-primavera, dada principalmente por *Cyclotella meneghiniana*.

La densidad media anual del fitoplancton total aumentó desde Cascallares hasta San Martín (8 veces) y luego disminuyó hacia Bancalari (Fig. 3). Las medias de Chlorophyceae, Cyanophyceae y Bacillariophyceae también alcanzaron su máximo en San Martín. El grado de variación espacial fue mayor para Chlorophyceae (40 ve-

I. CLASES ALGALES EN EL RÍO RECONQUISTA. DENSIDADES MEDIAS ANUALES (ind/mL) EN CADA SITIO Y EN PROMEDIO

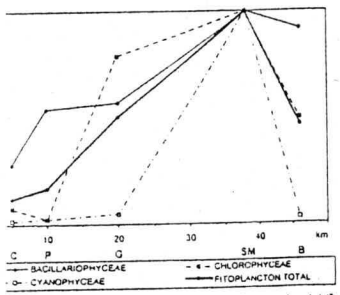
C	P	G	SM	B	media
1047	2040	2153	3732	3433	2481
422	137	4426	5563	2787	2667
99	137	273	5587	161	1251
76	29	43	62	54	53
2.89	0.51	1.60	0	0.57	1.11
2.30	0.24	0	0	10	2.43
0	0.28	0	0	0	0.06
1649	2344	6897	14944	6445	6456

lares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

anophyceae (56 veces), lo que refleja la ocurrencia de es acotadas en el espacio.

undancia total del zooplancton varió entre 0.8 y 268 ind/L. romedio de 67 ind/L. Los rotíferos fueron más abundantes .) que los crustáceos (27 ind/L) (Tabla IV). Dentro de este grupo, las larvas nauplii (18 ind/L) y los copépodos leos (8 ind/L) presentaron densidades superiores a aque- s cladóceros (0.9 ind/L) y de los copépodos calanoideos /L).

lensidades medias anuales de la gran mayoría de los grupos lancton presentaron un gradiente de disminución desde res hacia Bancalari (Fig. 4). En los rotíferos se manifestó hasta Gorriti, aumento en San Martín y nueva disminución lari y en los escasos calanoideos detectados, un máximo en El grado de variación espacial en las medias de densidad de los mayoritarios de crustáceos fue algo superior en cladóceros s) y nauplii (19 veces) que en ciclopoideos (12 veces).



ariación espacial de las densidades medias anuales del fitoplancton otal y sus clases más abundantes. La media anual máxima de cada lase se consideró como el 100% para la misma. Los sitios se ubica- on según su distancia a las nacientes. C: Cascallares, P: Paso del ey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

TABLA IV. GRUPOS DE ZOOPLANCTON EN EL RÍO RECONQUISTA. DENSIDADES MEDIAS ANUALES (ind/mL) EN CADA SITIO Y EN PROMEDIO

	C	P	G	SM	B	media
Nauplii	58.63	17.04	6.12	5.88	3.02	18.14
Ciclopoideos	18.40	12.23	4.57	2.60	1.5	27.86
Calanoideos	0.01	0.003	0.11	0	0	0.02
Cladóceros	2.63	1.01	0.51	0.28	0.09	0.91
Crustáceos	79.68	30.29	11.32	8.76	4.63	26.94
Rotíferos	68.95	26.58	18.35	60.44	27.40	40.35

C: Cascallares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

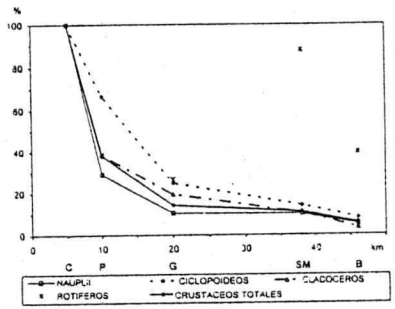


Fig. 4. Variación espacial de las densidades medias anuales de distintos grupos del zooplancton. La media anual máxima de cada grupo se consideró como el 100% para el mismo. Los sitios se ubicaron según su distancia a las nacientes. C: Cascallares, P: Paso del Rey, G: Gorriti, SM: San Martín, B: Bancalari

DISCUSIÓN

Según un índice de calidad del agua (ICA) (Berón 1984) basado en los valores de temperatura, cloruros, nitrógeno amoniacal, DBO y oxígeno disuelto, que varía entre 0 (contaminación muy elevada con calidad semejante a un cloacal crudo y séptico) y 10 (pureza original), Cascallares se calificó como un sitio poluido (6.5) y los restantes con polución elevada a muy elevada (Paso del Rey: 4.3; Gorriti: 3.5; San Martín: 1.8 y Bancalari: 2). La magnitud con que las máximas concentraciones de metales pesados superaron los límites permitidos para la protección de la vida acuática refleja la gravedad de la situación.

El número de géneros de fitoplancton detectados en el Río Reconquista (92) superó a los registrados en el Luján (68) (del Giorgio *et al.* 1991) y en el Matanza-Riachuelo (76) (Conforti *et al.* 1995). Los cursos de agua mencionados corresponden a cuencas vecinas de dimensiones similares, que concuerdan con el Reconquista en las características climáticas y geológicas generales y presentan también problemas de contaminación. Las máximas densidades de fitoplancton total alcanzadas fueron similares en los tres casos. Estos valores se encuentran en la zona central del rango reportado por Desey (1987) y Kiss (1984) para

ríos de llanura de alto estado trófico. En un estudio anterior (Loez y Salibián 1990) también se obtuvieron resultados indicadores de ese estado. La proporción en abundancia de las clases algales difirió de la presentada típicamente en ríos de zonas templadas, donde la dominancia se alterna durante el ciclo anual entre Bacillariophyceae y Chlorophyceae, con bajos niveles de Cyanophyceae (Desey 1987, del Giorgio *et al.* 1991). En general, a lo largo de este río, las Cyanophyceae se encuentran asociadas, durante todo el año, con Bacillariophyceae y Chlorophyceae, lo que señala una condición de moderada contaminación salvo en períodos estivales (XII/94) (Gorriti: 85% y San Martín: 99%). Estas floraciones estacionales de Cyanophyceae estarían relacionadas con altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altas de amonio (Angeli 1979). Entre otras especies que presentaron floraciones destacó *Chlorella vulgaris*, que pertenece a las Chlorococcales (Chlorophyceae), grupo considerado por Loez *et al.* (1995) y Topalián y Loez (1995) como resistente a ciertos tóxicos. Conforti *et al.* (1995) también detectaron en el río Matanza-Riachuelo, altamente contaminado, una desviación del patrón general observado en ríos de zonas templadas, ya que dominaron alternativamente Bacillariophyceae y Euglenophyceae.

Los grupos dominantes del zooplancton concordaron con lo observado habitualmente en ríos, en cuanto al predominio de rotíferos (Hynes 1976, Winner 1975) y, en general, de taxa de pequeño tamaño (Shiel *et al.* 1982, Pace *et al.* 1992), en este caso rotíferos y larvas nauplii. Consecuentemente, Basu y Pick (1997) plantearon que en estos ambientes los efectos del pastoreo del zooplancton sobre el fitoplancton, frecuentemente no serían significativos. El predominio de copépodos ciclopoideos sobre calanoideos, observado en este río, también fue registrado por Kuczynski (1984) en muestreos de otoño en este mismo ambiente y caracterizó a los cursos de agua situados al norte del mismo, en la provincia de Buenos Aires (Modenutti 1991).

La falta de patrones espaciales definidos en la concentración de metales pesados es atribuible al vertido de los mismos en forma intermitente.

La tendencia a manifestar gradientes principalmente en oxígeno disuelto, amonio y ortofosfatos, se correspondería con un aumento progresivo de aportes de materia biodegradable, debido a descargas domiciliarias e industriales no tratadas. El ligero gradiente espacial de temperatura, en cambio, puede deberse al diagrama de los muestreos, ya que generalmente se realizaron río abajo desde la mañana.

La variación de contraste evidenciada en algunos parámetros registrados en el Río Reconquista antes y después de la desembocadura del arroyo Morón, podría deberse al considerable aporte de efluentes contaminados de dicho arroyo. En el sitio más próximo a su desembocadura, Kuczynski (1991, 1994) estimó valores medios de conductividad, DQO, cloruros y sólidos totales muy superiores a los del río Reconquista, por lo que el arroyo Morón contribuiría significativamente a su aumento.

En el río Luján (del Giorgio *et al.* 1991) el pH y el oxígeno disminuyeron río abajo, como en el Reconquista, pero la variación del último parámetro fue menos marcada. El fósforo total del río Luján aumentó en una proporción semejante a los ortofosfatos del Reconquista y el nitrógeno total aumentó en proporción similar a lo largo de ambos ríos. Por el contrario, en el río Luján, donde los núcleos urbanos se encuentran principalmente en la cabecera, la conductividad tendió a disminuir río abajo, debido a dilución por los tributarios, mientras que en el Reconquista aumentó después de la desembocadura del arroyo Morón.

La disminución de nitritos y nitratos evidenciada luego de su aumento en Paso del Rey y Gorriti, probablemente se deba a la fuerte declinación del oxígeno disuelto. Esto inhibiría la nitrificación y contribuiría, si bien en baja proporción, al aumento del amonio en las dos últimas estaciones de muestreo.

El hecho de que la disminución en densidad entre San Martín y Bancalari haya sido menos pronunciada en Bacillariophyceae, se correspondería con una tolerancia a condiciones desfavorables. La misma se comprobó mediante bioensayos multiespecíficos realizados en condiciones de altas concentraciones de Zn, como las que imperan en ese sitio (Loez *et al.* 1995, 1998, Topalián y Loez 1995). Numerosas diatomeas que resultaron tolerantes al zinc en dichos bioensayos fueron las más abundantes en este muestreo.

El patrón particular de los rotíferos, dentro de los grupos principales del zooplancton, podría deberse a un cambio en su composición. Las especies con mayor densidad en la vecindad del nacimiento del río Reconquista podrían diferir de aquellas más abundantes cerca de su desembocadura, ya que en este grupo hay especies adaptadas a condiciones de alta contaminación (Angeli 1979).

El aumento del fitoplancton total hacia San Martín pudo deberse al aumento de nutrimentos, en particular de amonio y ortofosfatos. Hasta ese sitio habría dominado el efecto estimulante del crecimiento algal sobre el posible efecto adverso de distintos tóxicos. Este predominio se confirmó a través de bioensayos con cultivos monoespecíficos de algas, realizados con aguas tomadas de diferentes puntos del río durante el mismo año (Olguín y Salibián 1994, 1996). En los tres meses en que se llevaron a cabo dichos bioensayos, el crecimiento algal de dos especies de clorofitas fue menor en muestras extraídas de Cascallares que en agua de San Martín, demostrándose además una limitación por nutrientes en el primer sitio. Los resultados de los bioensayos concordaron con las tendencias en la abundancia de clorofitas observadas en el río en los mismos meses. Dado que los bioensayos se realizaron con agua del río filtrada, lo que remueve la mayoría del zooplancton, contribuyeron a demostrar que la tendencia al aumento del fitoplancton río abajo no sería consecuencia de una disminución del pastoreo por parte del zooplancton herbívoro.

La disminución en Bancalari de la densidad media del fitoplancton total, así como de sus clases dominantes, podría responder a un cambio en el balance entre los factores estimulantes y los adversos para el crecimiento algal, pasando a predominar los últimos, posiblemente por el efecto conjunto del aumento de algunos tóxicos.

La tendencia a la disminución río abajo de la densidad de los crustáceos planctónicos no pudo relacionarse con una disminución en el mismo sentido del alimento disponible para estos or-

ismos, ya que la densidad media anual del fitoplancton total mayoría de sus clases aumentaron hacia San Martín; ni con aumento de turbidez, ya que ésta tendió a disminuir hacia riti (en cas. todos los meses); ni con las concentraciones de ales pesados, sin patrón definido de variación espacial. La portancia como factor regulador, de las floraciones registra- de algunas especies de cianofitas, que pueden tener efecto co o inhibitorio para el zooplancton (De Mott *et al.* 1991), iblemente se haya limitado a los momentos de dichas flora- nes. Los crustáceos planctónicos habrían sido afectados ne- ivamente por el progresivo deterioro espacial de la calidad mica del agua. Si bien la respuesta del zooplancton resultó bablemente de la interacción de distintos factores, la declina- n del oxígeno habría sido uno de los más determinantes. La ucción de la densidad a lo largo del río fue más acentuada en cladóceros, lo que podría deberse a su mayor sensibilidad a erminados tóxicos (Mount y Norberg 1984); al igual que en larvas naupilii, por tratarse de estadios tempranos de desarro- (USEPA 1991).

Las especies de rotíferos que serían capaces de prosperar en condiciones de San Martín encontrarían en ese sitio abun- cia de alimento (máxima concentración media de fitoplancton as clases dominantes y abundante materia orgánica, aporta- en gran parte por el arroyo Morón). La declinación de la abun- cia de rotíferos desde San Martín hacia Bancalari, en concor- cia con las clases dominantes del fitoplancton, indicaría que las condiciones se volverían desfavorables inclusive para las ibles especies adaptadas a tolerar un mayor grado de conta- nación.

CONCLUSIONES

Los grupos dominantes de fito y zooplancton fueron comu- s con los de ríos templados de llanura en general, salvo las nofitas que se corresponden con la mayor polución orgánica este ambiente. Si bien Cyanophyceae constituye el grupo dominante más importante numéricamente sólo alcanza las sidades mayores en épocas estivales, lo que podría relacio- se con la sucesión estacional de este río de llanura templado. do que las máximas densidades fueron alcanzadas en sitios mayor carga orgánica, esa predominancia también respon- ía a un aumento en la contaminación aguas abajo del Recon- sta.

Las concentraciones de metales disueltos encontradas en el a del río superaron ampliamente los límites para la protección la vida acuática, sin evidenciarse patrones espaciales defini- s debido al vertido de efluentes en forma intermitente.

La mayoría de los restantes parámetros físicos y químicos alizados variaron en forma continua a lo largo del sector estu- ado del río o presentaron un contraste entre antes y después la desembocadura del arroyo Morón. El grado de contamina- ón aumentó aguas abajo, calificándose las aguas de Cascallares mo poluidas y las de los restantes sitios, como de contamina- ón elevada a muy elevada.

La tendencia espacial en la densidad del fitoplancton total puede atribuirse principalmente al efecto estimulante del progre- sivo enriquecimiento en nutrimentos aguas abajo, mientras que más cerca de la desembocadura habrían prevalecido los efectos tóxicos. Por el contrario, el deterioro creciente de la calidad del agua se asoció negativamente con la densidad de los grupos de crustáceos planctónicos desde los primeros sitios de muestreo.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se llevó a cabo en el marco del Proyecto Concer- tado Secretaría de Ciencia y Técnica-Consejo Nacional de In- vestigaciones Científicas y Técnicas (SECYT-CONICET) «Eva- luación ecotoxicológica del río Reconquista: proyección del es- tado de la calidad del agua del río» (Resolución 2466/92) y contó con subsidios de la Universidad Nacional de Luján (Programa de Incentivos). Se utilizó infraestructura del Departamento de Cien- cias Básicas (Universidad Nacional de Luján); del Laboratorio de Limnología y Ficología (Departamento de Ciencias Biológi- cas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires) y del Museo Argentino e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Se reconoce especialmente la ayuda técnica del Ing. J. Katz y del Lic. F. R. de la Torre. Se agradece a la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Luján por la provisión de los datos de precipitaciones del área del río.

REFERENCIAS

Allan J.D. (1995). *Stream ecology: structure and function of running waters*. Chapman and Hall, Oxford, 388 p.

Angeli N. (1979). Influencia de la polución del agua sobre los elementos del plancton. En: *La contaminación de las aguas continentales. Incidencias sobre las biocenosis acuáticas*. (P. Pesson, Ed.). Mundi-Prensa, Madrid, pp. 115-158.

APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation). (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington DC.

Basu B.K. y Pick F.R. (1997). Phytoplankton and zooplankton development in a lowland, temperate river. J. Plankton Res. *19*, 237-253.

Berón L. (1984). *Evaluación de la calidad de las aguas de los ríos de la Plata y Matanza-Riachuelo mediante la utilización de índices de calidad de agua*. Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental. Ministerio de Salud y Acción Social, Buenos Aires, 51 p.

Boesch D.F. (1977). *Application of numerical classification in ecological investigations of water pollution*. Virginia Institute of Marine Sciences, Gloucester Point, US Department of Commerce, 114 p.

Bourrelly P. (1966). *Les algues d'eau douce; 1. Les algues vertes*. N. Boubée et. Cie., Paris, 511 p.

Bourrelly P. (1968). *Les algues d'eau douce; 2. Les algues jaunes et brunes*. N. Boubée et. Cie., Paris, 438 p.

Bourrelly P. (1970). *Les algues d'eau douce; 3. Les algues bleues et rouges*. N. Boubée et. Cie., Paris, 512 p.

Castañé P.M., Topalián M.L., de la Torre F.R., Demichelis S.O. y García M.E. (1996). Nutrientes y características físico-químicas en el agua del río Reconquista. En: *Cuencas hídricas, contaminación, evaluación de riesgo y saneamiento*. (R.H. Zalazar, Ed.). Instituto del Medio Ambiente y Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 115-116.

Conforti V., Alberghina J. y González Urda E. (1995). Structural changes and dynamics of the phytoplankton along a highly polluted lowland river of Argentina. J. Aquatic Ecosystem Health *4*, 59-75.

del Giorgio P.A., Vinocur A.L., Lombardo R.J. y Tell H.G. (1991). Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton community along a pollution gradient in a lowland river-a multivariate approach. Hydrobiologia *224*, 129-154.

De Mott W.R., Zhang Q.-X y Carmichael W.W. (1991). Effects of toxic cyanobacteria and purified toxins on the survival and feeding of a copepod and three species of *Daphnia*. Limnol. Oceanogr. *36*, 1346-1357.

Descy J.P. (1987). Phytoplankton composition and dynamics in the river Meuse (Belgium). Arch. Hydrobiol. Suppl. *78* (Algological Studies) *47*, 225-245.

Escalona L. y Winchester J.W. (1994). La tendencia de la urbanización en Sur América: inferencias a partir de una base de datos del World Resources Institute. Interciencia *19*, 64-71.

Ferrari L., Topalián M.L., Castañé P.M., de la Torre F.R., Demichelis S.O., García M.E., Loez C.R., Rovedatti M.G. y Salibián A. (1994). Evaluación exploratoria del estado del agua del río Reconquista (Bs. As.): Parámetros fisicoquímicos. Tankay *1*, 10-13.

García M.E., Castañé P.M., Demichelis S.O., Ferrari L. y Topalián M.L. (1996). Indicadores de polución en el agua del río Reconquista. Monitoreo de otoño. En: *Cuencas hídricas, contaminación, evaluación de riesgo y saneamiento*. (R.H. Zalazar, Ed.). Instituto del Medio Ambiente y Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 121-123.

Hynes H.B.N. (1976). *The ecology of running waters*. 3a Ed., Liverpool University Press, Liverpool, 555 p.

INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (1994). *Censo Nacional de Población y Vivienda 1991. Resultados Definitivos. Características Generales*. Serie C, República Argentina, 149 p.

Kiss K.T. (1984). Changes in trophity in the River Danube at God. Annal. Sci. Budapest. Sect. Biol. *24-26*, 47-59.

Kuczynski D. (1981). Ecología general del oeste del Gran Buenos Aires. Rev. Univ. Morón *6*, 7-31.

Kuczynski D. (1984). Zooplancton (especialmente rotíferos) del Río Reconquista (Provincia de Buenos Aires). Physis (Bs. As.) Sección B *42*, 1-7.

Kuczynski D. (1991). *Atlas ecológico del arroyo Morón*, Ed. Univ. de Morón, Argentina, 97 pp.

Kuczynski D. (1994). Estudio ambiental de un curso de a urbano altamente deteriorado por acción antropo... (ar yo Morón, provincia de Buenos Aires, Argentina). F Ecolog. Méd. Salud Amb. *1*, 1-14.

Lewis W.M.Jr. (1979). *Zooplankton community analysis: stu on a tropical system*. Springer Verlag, New York, 163 p.

Loez C.R. y Salibián A. (1990). Premières données su phytoplancton et les caractéristiques physico-chimiques rio Reconquista (Buenos Aires, Argentine), une rivière urbi polluée. Rev. Hydrobiol. Trop. *23*, 283-296.

Loez C.R., Olguín H.F., Puig A., Sánchez Caro ... y Casset M (1994). Cambios espaciales y temporales del fito y zooplanc a lo largo de un gradiente de contaminación (río Reconqui Bs. As.): información preliminar. Tankay *1*, 48-50.

Loez C.R. (1995). Estudios limnológicos en el río Reconqu (Pcia. de Buenos Aires): relación entre parámetros biológ y químicos, especialmente el impacto del zinc sobre la est tura del fitoplancton. Tesis Doctoral, Facultad de Cien Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 222 p

Loez C.R., Topalián M.L. y Salibián A. (1995). Effects of zin the growth and structure of a natural autumn phytoplank sample reared in the laboratory. Environ. Pollut. *88*, 275-2

Loez C.R., Topalián M.L. y Salibián A. (1998). Associations toplanctoniques indicatrices de la pollution par zinc. Re des Sciences de l'Eau, Francia (en prensa).

Modenutti B.E. (1991). Zooplancton de ambientes lóticos d subcuenca Delta del Río Paraná, Buenos Aires, Argent Iheringia, Sér. Zool. *71*, 67-80.

Mount D.I. y Norberg T.J. (1984). A seven-day life cycle clado an toxicity test. Environ. Toxicol. Chem. *3*, 425-434.

Olguín H.F. y Loez C.R. (1996). Estructura y dinámica espa temporal del fitoplancton del río Reconquista (Bs.As.): pe do XI/93 - III/94. En: *Cuencas hídricas, contaminación, luación de riesgo y saneamiento* (R.H. Zalazar, Ed.). Instit del Medio Ambiente y Gobierno de la Provincia de Buc Aires, Buenos Aires, pp. 124-126.

Olguín H.F. y Salibián A. (1994). Bioensayos alg unespecíficos para evaluar la calidad del agua del río Rec quista: experiencia preliminar. Tankay *1*, 325-328.

Olguín H.F. y Salibián A. (1996). Bioensayos con algas: desc ción de la técnica y aplicación para determinar el grad deterioro del agua del río Reconquista. En: *Cuencas hí cas, contaminación, evaluación de riesgo y saneamie* (R.H. Zalazar, Ed.). Instituto del Medio Ambiente y Gobi de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 104-

Pace M.L. Findlay S.E.G. y Lints D. (1992). Zooplankto advective environments: the Hudson River community a comparative analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. *49*, 1060-1

Sabater S., Sabater F. y Armengol J. (1993). Ecología de los mediterráneos. Investigación y Ciencia *203*, 72-79.

Salibián A. (1996). Calidad del agua del río Reconquista: segu etapa en el monitoreo físico, químico y biológico. En: *Cue hídricas, contaminación, evaluación de riesgo y saneam to*. (R.H. Zalazar, Ed.). Instituto del Medio Ambiente y Go no de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 108-

iel R.J., Walker K.F. y Williams W.D. (1982). Plankton of the Lower Murray, South Australia. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 33, 301-327.

palián M. L., Loez C.R. y Salibián A. (1990). Metales pesados en el río Reconquista (Buenos Aires): resultados preliminares. Acta Bioquím. Clín. Latinoam. 24, 171-176.

palián M.L. y Loez C.R. (1995). Efecto del Zn sobre microalgas dulceacuícolas del río Reconquista (Buenos Aires): bioensayo multiespecífico de invierno. Acta Toxicol. Arg. 2, 6-9.

EPA (United States Environmental Protection Agency) (1991). Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms (C.I. Weber, Ed). 4ª ed., EPA-600/4-90-027, 293 p.

Utermöhl M. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phy-toplankton-Methodik. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 9, 1-38.

Venrick E.L. (1978). How many cells to count? En: *Phytoplankton manual, monographs on oceanographic methodology*. (A. Sournia, Ed.). UNESCO Press, Paris, pp. 167-180.

Winner, J.M. (1975). Zooplankton. En: *River ecology. Studies in Ecology* (B.A. Whitton, Ed.). Vol. 2, Blackwell Sc. Publ., Oxford, pp. 155-169.

Zalazar R.H. (1996). *Cuencas hídricas, contaminación, evaluación de riesgo y saneamiento*. Instituto del Medio Ambiente y Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, 184 p.

TEXTO 2

Ceretti, H. Hughes, E. Ramírez, S. Vullo, D. L. & Zalts, A. (2001) "Metales pesados y microbiota en un ambiente acuático natural, perturbado por actividades humanas", ponencia presentada en la *III Jornada de Investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento*, Los Polvorines, Prov. Buenos Aires, 29 de noviembre de 2001.

METALES PESADOS Y MICROBIOTA EN UN AMBIENTE ACUÁTICO NATURAL, PERTURBADO POR ACTIVIDADES HUMANAS.

H. Ceretti, E. Hughes, S. Ramírez, D. L. Vullo y A. Zalts.

Área Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento.

RESUMEN

El arroyo Las Catonas recibe aportes de efluentes industriales, agrícolas y domiciliarios, constituyéndose por su diversidad en un interesante sistema para el análisis. El objetivo del trabajo es estudiar la distribución de metales pesados en aguas superficiales, intersticiales y sedimentos, evaluar el estado sanitario del arroyo y aislar microorganismos multirresistentes a Cu-Cd-Pb-Zn con potencial uso en biorremediación. Los niveles de metales (Cu-Cd-Zn-Pb-Ni-Co), determinados en aguas por voltamperometría de preconcentración, superan los permitidos para la protección de vida acuática y uso recreativo. Los sedimentos y las aguas intersticiales presentaron concentraciones 1 a 2 órdenes mayores que las superficiales. La carga microbiana de origen cloacal excede los límites establecidos para actividades agropecuarias, recreativas, y consumo humano con tratamiento. Ésta aumenta al recibir la descarga de efluentes de la planta de tratamiento, indicando que su funcionamiento no es eficiente. El relevamiento de la microbiota multirresistente a Cu-Pb-Cd-Zn en aguas superficiales e intersticiales muestra que frente a la alta selectividad del ambiente, todos los microorganismos cultivables son multirresistentes a Cu-Pb-Zn. La microbiota resistente a cadmio resulta más limitada. Se utilizaron estas cepas para estudiar la distribución de Cu-Cd-Pb-Zn a lo largo de los diferentes estadíos de cultivos en lote.

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del arroyo Las Catonas, afluente del río Reconquista, tiene una superficie aproximada de 180 km^2 y se encuentra localizada casi en su totalidad en el partido de Moreno. En la cuenca superior predominan las actividades agrícolas, fundamentalmente horticultura y floricultura. En la cuenca inferior, en cambio, la densidad poblacional es mucho mayor. En esta zona, además de las viviendas unifamiliares, existen dos complejos habitacionales sobre las márgenes del arroyo. Uno de ellos es de reciente construcción, encontrándose parte en obra, mientras que el otro, ubicado sobre la Ruta N°23 y el arroyo Las Catonas es mucho más antiguo. Ambos complejos poseen plantas de tratamiento de efluentes cloacales que vuelcan las aguas tratadas al arroyo. Por otra parte, en la cuenca se encuentran ubicados establecimientos industriales correspondientes a los tres niveles de complejidad ambiental.

El aspecto del arroyo varía a lo largo de su recorrido. En la cuenca superior se encuentran pocos residuos sólidos urbanos en sus márgenes y cauce; a la altura de la calle General Lamadrid se ha observado la presencia de abundante espuma en ciertos tramos del arroyo, y más adelante, en particular desde la zona cercana a la desembocadura del arroyo Los Perros, se incrementa la cantidad de residuos sólidos urbanos presentes. En particular, frente a la planta de tratamiento de efluentes del barrio Las Catonas, la cantidad de basura que cubre el área es tal que impidió tomar muestras de sedimentos.

Como consecuencia de las actividades antrópicas y de la falta de conciencia del cuidado que requieren los cursos de agua superficiales por parte de la población, nos encontramos ante una mezcla extremadamente compleja de contaminación química y bacteriológica en estas aguas (Ceretti *et al.*, 2000; Vullo *et al.*, 2001). Esta situación afecta sin duda la vida acuática y las posibilidades de cualquier uso adecuado del arroyo, ya que en la actualidad es empleado exclusivamente como receptor y/o vertedero de desechos de distinta índole. Por otro lado, una de las consecuencias de esta situación es que los contaminantes presentes en las aguas superficiales migren, bajo diferentes condiciones, afectando la calidad de las aguas subterráneas utilizadas por la población como fuente de agua de consumo.

En el caso particular de la contaminación debida a metales, nos encontramos ante especies químicas que no son degradables. Por tal motivo, una vez volcados al medio ambiente, sólo pueden distribuirse entre los entornos aire – agua – suelo, a veces cambiando su estado de oxidación, o incorporarse a los seres vivos. Los procesos de adsorción y la formación de complejos en medios naturales son responsables de que la mayor parte de los vestigios de metales pesados se acumulen en los sólidos en suspensión, incorporándose rápidamente a los sedimentos, donde se presentan los mayores niveles de concentración de estos contaminantes. Como resultado de estas interacciones, los sedimentos juegan un papel muy importante en la regulación de la calidad del agua. Por su parte, las aguas intersticiales, en contacto directo con los sedimentos, actúan como fuente o sumidero de estos contaminantes y en ellas se observan concentraciones intermedias entre las aguas superficiales y los sedimentos.

Los criterios de vida acuática (ALC), antes conocidos como criterios de calidad del agua, se definen operacionalmente. En particular, cuando se trata de metales, los ALC se refieren a la concentración total de metal. Sin embargo, tanto en solución como en los sedimentos, la fracción de metal biodisponible no es equivalente a la totalidad del metal presente. En 1993, la Agencia de Protección Ambiental (US EPA), estableció que el criterio recomendado en la evaluación de la calidad del agua es la cantidad de metales disueltos, ya que es lo que más se aproxima a la fracción de metales biodisponibles en un dado reservorio. La cantidad de metales disueltos sobreestimaría el nivel de contaminación sobre todo si la presencia de metales unidos a materia orgánica o sedimentos es significativa. En este caso, la cantidad de metal biodisponible es inferior a la disuelta y puede variar por modificaciones en el pH, por la presencia de otras especies capaces de desplazar a algún metal o por acción bacteriana, por ejemplo.

La contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas y superficiales se origina en prácticamente cualquier actividad humana económica o culturalmente importante. La remediación definitiva de estos sitios requiere la extracción de los contaminantes. Desgraciadamente, las técnicas de remediación empleadas actualmente son muy costosas y suelen afectar la fertilidad y/o el uso posterior de los suelos. La aplicación de métodos de remediación efectivos depende del conocimiento de los factores hidrológicos y geológicos del sitio, la solubilidad y especiación de los metales pesados, los procesos de atenuación e inmovilización y la extensión en que los metales puedan dispersarse tanto horizontal como verticalmente a medida que migran. La biorremediación se ha utilizado con éxito en las tareas de limpieza de algunos sitios contaminados, en particular con sustancias tóxicas de origen orgánico. Los metales, a pesar de no ser biodegradables, pueden verse afectados por la presencia de microorganismos, favoreciendo su lixiviación, solubilización, complejamiento, transporte, biodisponibilidad, etc. Dentro de la amplia diversidad microbiana, existen microorganismos resistentes y microorganismos tolerantes a metales. Los resistentes se caracterizan por poseer mecanismos de detoxificación codificados genéticamente, inducidos por la presencia del metal. En cambio, los tolerantes son indiferentes a la presencia o ausencia de metal. Tanto los microorganismos resistentes como tolerantes son de particular interés como captores de metales en aguas contaminadas, debido a que ambos mecanismos pueden extraer los contaminantes de la fase acuosa.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el estudio de los niveles de metales y estado sanitario que presentan las aguas superficiales e intersticiales y los sedimentos en el arroyo Las Catonas. De estas aguas se aislaron y caracterizaron cepas autóctonas multirresistentes (tolerantes) a dichos metales, estudiando posteriormente la distribución de los mismos durante períodos de cultivo en lote, con el objeto de evaluar su potencial uso en procesos de biorremediación de aguas contaminadas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MUESTREO

Se seleccionaron dos sitios de muestreo sobre el arroyo Las Catonas, en los que se tomaron muestras de agua y de barros, en recipientes estériles. La ubicación y algunas características de los sitios son las siguientes:

a) Antes de la confluencia con el arroyo Los Perros. Sobre la margen derecha del arroyo Las Catonas se observa un asentamiento con viviendas precarias; en el arroyo hay basura domiciliaria y chatarra.
b) Después de recibir el aporte de la planta de tratamiento de efluentes domiciliarios del complejo habitacional Las Catonas. Este sitio está ubicado frente al complejo, distante 800 m del punto anterior.

Entre ambas estaciones de muestreo, existen algunos establecimientos industriales. Entre ellos, se destacan un frigorífico de aves y una fábrica de jugos que vuelcan sus efluentes al arroyo Las Catonas y Los Perros, respectivamente. También se encuentra el complejo habitacional Las Catonas y su planta de tratamiento de efluentes. El aspecto que presenta el arroyo desmejora notablemente entre ambas estaciones, incrementándose la cantidad de basura domiciliaria y de chatarra en el cauce y márgenes.

2.2. ANÁLISIS DE METALES

El análisis de metales se realizó mediante voltamperometría de preconcentración, empleando un potenciostato Ecochemie PGSTAT 10 en combinación con un stand polarográfico 663 VA Metrohm. La determinación de metales se realizó con dos objetivos: 1) evaluar los niveles de concentración total de metales en el arroyo, ya sea en las aguas como en los sedimentos; 2) determinar la distribución de los metales entre las células microbianas y el sobrenadante en cultivos en lote de cepas aisladas y seleccionadas a partir de muestras de agua del arroyo.

Para el primer objetivo se utilizaron aguas superficiales, intersticiales y lixiviados ácidos de los sedimentos. En la figura 1 se muestra el esquema que describe el tratamiento de las muestras. La materia orgánica se destruyó en todos los casos previo al análisis polarográfico mediante una oxidación enérgica.

Se analizaron los siguientes metales: cobre, cadmio, plomo y cinc (voltamperometría de preconcentración electrolítica) y cobalto y níquel (voltamperometría de preconcentración no electrolítica).

Para el estudio de la distribución de los metales en cultivos en lote, se destruyó la materia orgánica de las alícuotas correspondientes a diferentes tiempos de incubación (ver 2.3.3.). Se determinó la concentración de Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+} por voltamperometría de preconcentración electrolítica en las soluciones correspondientes a los sobrenadantes, a las fracciones que contienen las células y a los respectivos controles.

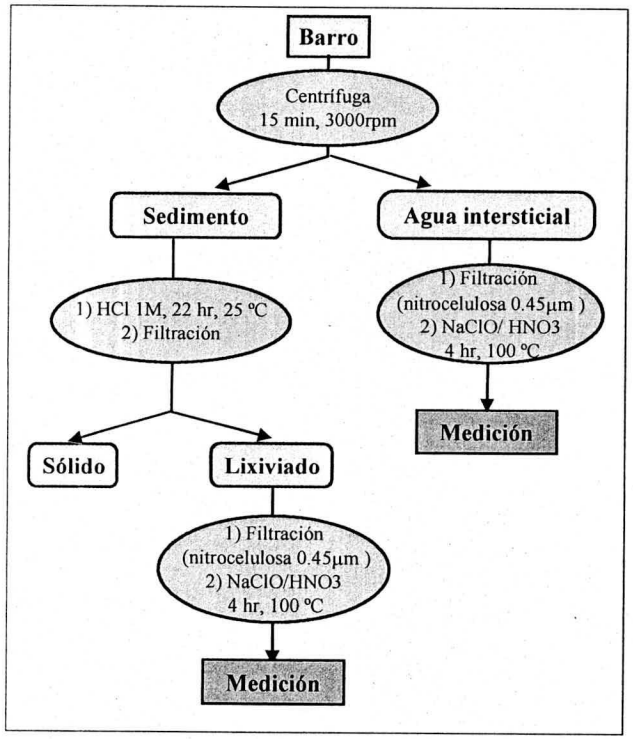


Fig. 1. Diagrama del procedimiento experimental seguido para el análisis de metales en las distintas fracciones

2.3. ESTUDIOS MICROBIOLÓGICOS

2.3.1. EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DE LAS AGUAS

Para evaluar el estado sanitario de las aguas se realizó el recuento de bacterias indicadoras (grupo coliforme) en Agar Chromocult (Merck).

2.3.2. RELEVAMIENTO Y AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS CULTIVABLES MULTIRRESISTENTES (TOLERANTES) A Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+}. IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE LAS CEPAS

Para efectuar el recuento y aislamiento de microorganismos cultivables multirresistentes (tolerantes) a los metales estudiados, se sembró un volumen de 100 µL de las muestras de aguas superficiales o intersticiales o de sus diluciones al décimo en placas con APC (Agar Plate Count) y APC con el agregado de metales. Las placas se prepararon con a) 0,5 mM Cu^{2+}, b) 0,5 mM Cd^{2+}, c) 0,5 mM Pb^{2+}, d) 0,5mM Zn^{2+}, e) 0,5 mM Cu^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+}, f) 0,5 mM Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+} . En todos los casos las incubaciones se realizaron a 30 °C, por períodos de 24 hasta 96 horas.

Las cepas se caracterizaron bioquímicamente mediante el sistema API20E (BioMerieux).

2.3.3. OPTIMIZACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO Y DISTRIBUCIÓN DE Cu^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} y Zn^{2+} EN CULTIVOS EN LOTE

Para realizar los estudios de distribución de los metales en cultivos en lote se buscó un medio de cultivo que optimizara los rendimientos obtenidos en biomasa, pero que presentara al mismo tiempo la menor interacción posible metal – nutrientes. Como primera aproximación, se seleccionó el siguiente medio de cultivo (pH = 5,5): peptona de caseína (2,5 g/L), extracto de levadura (1,25 g/l), glucosa (0,5 g/L), 0,5 mM en Cu^{2+}, Cd^{2+} y Zn^{2+} y 0,25 mM en Pb^{2+}.

Para estudiar la distribución de los metales, se inocularon 50 mL del medio de cultivo con 5 mL de un cultivo de 4 días del aislamiento proveniente de las aguas superficiales (200H) y de 7 días del aislamiento proveniente de las aguas intersticiales (B101N). Se tomaron muestras desde 0 hasta 168 horas de incubación (200 rpm y 30 °C). Sobre cada alícuota se determinó la biomasa a través de la medición de absorbancia a 600 nm (A_{600nm}) y el pH. Las alícuotas se centrifugaron y se determinó la concentración total de cada metal remanente en los sobrenadantes y en las células. Paralelamente se les realizó el mismo tratamiento a alícuotas del medio de cultivo sin inocular como medida control.

3. RESULTADOS

En octubre de 2000 se realizó un primer análisis exploratorio del contenido de metales en las aguas del arroyo Las Catonas, del estado sanitario de estas aguas y de la microbiota resistente o tolerante a Cu, Pb, Cd y Zn (sitios a y b). Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Arroyo Las Catonas (octubre de 2000): Presencia de metales (ppm) en aguas superficiales, intersticiales y lixiviado de sedimentos. En aguas, ppm equivale a mg/L; en sedimentos corresponde a mg/kg.

	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
Agua superficial (sitio a)	0,375	<0,001	0,018	0,044	0,0045	0,0015
Agua superficial (sitio b)	0,715	0,009	0,044	0,376	0,0057	0,0008
Agua intersticial (sitio a)	4,2	0,011	0,14	-	0,055	0,005
Sedimentos (sitio a)	72,47	0,33	30,51	12,4	-	-
Protección vida acuática	*<0,03*	*<0,0002*	*<0,01*	*<0,02*	-	-
Actividades agropecuarias	*<0,03*	*<0,005*	*<0,05*	*<0,20*	-	-

Tabla 2. Arroyo Las Catonas (octubre 2000). Estado sanitario de las aguas superficiales en los sitios a y b.

Estación de muestreo	COLIFORMES TOTALES (UFC/mL en Agar Chromocult)	*Escherichia coli* (UFC/mL en Agar Chromocult)
Sitio a	$8,3 \times 10^3$	$2,5 \times 10^2$
Sitio b	$3,25 \times 10^4$	$1,95 \times 10^3$
Límite para aguas (NMP/100mL)		
Consumo con tratamiento	*<5000*	*<1000*
Actividades recreativas	-	*<200*
Actividades agropecuarias	*<1000*	-

La Tabla 1 muestra que en el caso de algunos metales se exceden los limites establecidos para la protección de la vida acuática o para la actividad agropecuaria. El recuento de bacterias coliformes dado en la Tabla 2 es indicador del estado sanitario de las aguas. Las mismas presentan un elevado nivel de contaminación. Además se observa un notable incremento del número de bacterias entre los sitios a) y b). El fuerte incremento observado de la carga de bacterias de origen fecal podría adscribirse al funcionamiento no satisfactorio de la planta de tratamiento.

La Tabla 3 pone en evidencia la microbiota resistente a la presión de selección impuesta por el entorno. Los recuentos de microoganismos cultivables aerobios totales fue de $6,5 \times 10^4$ UFC (unidades formadoras de colonias) / mL en el sitio a y de $2,1 \times 10^6$ UFC/mL en el sitio b.

Como los niveles de cobalto y níquel que se hallaron en el estudio exploratorio de octubre de 2000 resultaron bajos (Tabla 1), se decidió que para el relevamiento de microorganismos multirresistentes estos dos metales no serían tenidos en cuenta. Si bien los niveles de cadmio también son más bajos que los de los demás metales, el mismo se incluyó en los estudios dada su alta toxicidad.

Tabla 3. Arroyo Las Catonas (octubre 2000). Evaluación de microorganismos cultivables resistentes (tolerantes) a Cu, Pb, Cd y Zn en aguas superficiales (sitios a y b).

Metal (0,5 mM en medio APC)	Porcentaje de colonias resistentes (tolerantes) (%)	
	Sitio a	Sitio b
Cu	49	41
Zn	43	27
Pb	59	14
Cd	0,14	0,02
Cu, Zn y Pb	2,2	0,07
Cu, Zn, Pb y Cd	0,18	0,02

En abril de 2001 se realizó un segundo muestreo con el objeto de evaluar la concentración de los metales de interés (Cu, Cd, Pb y Zn) en aguas superficiales e intersticiales y de aislar microorganismos multirresistentes (tolerantes) a partir de estos entornos. Los resultados del análisis de metales en estas muestras se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Arroyo Las Catonas (sitio a, abril de 2001): Presencia de metales (en ppm) en aguas superficiales, intersticiales y lixiviado de sedimentos. En aguas, ppm equivale a mg/L; en sedimentos corresponde a mg/kg.

	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)
Agua superficial	0,25	0,002	0,014	0,21
Agua intersticial	1,12	0,014	0,026	0,61
Sedimentos	84,56	1,58	51,12	77,38

Los resultados del relevamiento de microorganismos cultivables resistentes o tolerantes a cobre, cadmio, plomo y cinc en aguas superficiales e intersticiales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Arroyo Las Catonas (sitio a, abril de 2001): Relevamiento de colonias resistentes (tolerantes) en aguas superficiales y en aguas intersticiales.

	% Colonias resistentes (tolerantes)	% Colonias resistentes (tolerantes)

Metal (0,5 mM en APC)	en aguas superficiales	en aguas intersticiales
Cu	69	100
Cd	4,7	14
Zn	100	100
Pb	80	100
Cu, Pb y Zn	23	100
Cu, Pb, Cd y Zn	2,9	14

Se observa que los microorganismos cultivables a partir de las aguas intersticiales ($8,4x10^5$ UFC/mL) presentan un mayor porcentaje de fenotipos resistentes o tolerantes que los de las aguas superficiales ($1,24x10^5$ UFC/mL). Este hecho es concordante con los datos presentados en la Tabla 4, que muestra que las aguas intersticiales presentan concentraciones de metales aproximadamente un orden mayores que las superficiales. En este caso es clara la presión de selección ejercida por el medio.

Con las cepas multirresistentes (tolerantes) aisladas a partir de las aguas superficiales e intresticiales, se realizó una selección de aquellas mejor adaptadas a las altas concentraciones de cobre, cadmio, plomo y cinc en cultivos en medio líquido. La cepa 200H, aislada a partir de las aguas superficiales (muestreo de octubre 2000) y la cepa B101N, obtenida a partir de las aguas intersticiales (muestreo abril 2001), demostraron poseer un mayor rendimiento en biomasa y una mayor velocidad de crecimiento en el medio de cultivo formulado. Se realizó una caracterización bioquímica de ambas cepas utilizando el sistema API20E. Las cepas 200H y B101N pertenecen al Subgrupo Fluorescente del género *Pseudomonas* (*Pseudomonas putida* o *Pseudomonas fluorescens*). La especie *Pseudomonas aeruginosa* se descartó en ambos casos al confirmarse la ausencia de crecimiento a 42 °C.

Estas dos cepas se utilizaron para llevar a cabo un estudio de la distribución de los metales en el transcurso de cultivos en lote. El objetivo de estos ensayos es determinar la captación celular de los metales, midiendo la concentración del mismo en el sobrenadante del cultivo y el unido a las células en diferentes estadios de crecimiento. Algunos de los resultados se muestran en la Figura 2 (cepa 200H – aislada a partir de aguas superficiales) y en la Figura 3 (cepa B101N –aislada a partir de aguas intersticiales).

En la Figura 2 se registra el crecimiento de la cepa 200H, observándose las fases exponencial y estacionaria (a partir de las 72 horas de cultivo). En esta misma figura se muestra, a modo de ejemplo, el diferente comportamiento observado en presencia de dos de los metales estudiados: cobre y cadmio. En el caso del cobre no se observan interacciones entre el metal y las células. Dentro del error experimental, la curva del sobrenadante es muy similar a la del control, indicando que la concentración de cobre no se ve alterada en la solución debido al crecimiento de estos microorganismos. Ello se ve corroborado con el análisis de cobre en las células control y en las que crecieron en presencia del metal, resultando idénticas ambas curvas. En consecuencia, como el cobre no se incorpora a las células, esta cepa no es capaz de extraer el metal del medio en el cual se desarrolla. En cambio, en las curvas correspondientes al cadmio, se observa una clara disminución de metal en el sobrenadante (a diferencia del control, cuya concentración no varía), mientras que se incrementa el cadmio en las células cultivadas en presencia de metal. Ambas curvas se mantienen aproximadamente constantes al alcanzar la fase estacionaria de crecimiento. De este estudio es evidente que el cadmio interactúa con los microorganismos y como consecuencia, se obtiene una disminución neta de la concentración de esta especie en el sobrenadante. Este tipo de comportamiento es de sumo interés para una potencial aplicación en procesos tecnológicos de biorremediación: se logra concentrar al contaminante en las células, que luego pueden ser separadas del medio acuático.

Además de cobre y cadmio, se estudió el comportamiento de plomo y cinc en presencia de la cepa 200H. En el caso del plomo se obtuvieron resultados similares a los del cobre, aunque las curvas fueron más difíciles de evaluar debido a la precipitación / disolución de algún compuesto de este metal durante el crecimiento microbiano. En cambio, en las curvas correspondientes a cinc, se repitió el comportamiento visto para el cadmio, indicando una marcada incorporación de estos metales a la fracción celular a partir de la fase exponencial de crecimiento.

Durante la incubación de la cepa 200H en presencia de los metales se observó la producción de un pigmento fluorescente, de color amarillo verdoso, a partir de la fase de crecimiento exponencial, cuya intensidad fue aumentando con el tiempo de incubación. Este pigmento no se formó en los cultivos previos, realizados en ausencia de metales, por lo que se trataría de una respuesta de los microorganismos al medio. Probablemente sea un sideróforo llamado pioverdina, pigmento cuya síntesis caracteriza al Subgrupo Fluorescente del género *Pseudomonas*. Dicho pigmento compleja hierro, pero también cobre, hecho que explicaría la no interacción Cu-células observada en la Figura 2.

En la Figura 3 se muestra la curva de crecimiento de la cepa B101N. Si se compara con la curva dada en la Figura 2 para la cepa 200H, en este caso es muy marcada la presencia de una fase de latencia hasta las 48 horas de incubación. La fase estacionaria se alcanza aproximadamente a las 72 horas de crecimiento. En lo que respecta a la distribución de cadmio (mostrado en la figura) y cinc en los cultivos de lote de esta cepa, durante las primeras horas de incubación (fase de latencia) no se produce incorporación de los metales, pero a partir de la fase de crecimiento exponencial y durante la fase estacionaria, se observa una disminución marcada (aproximadamente del 50 %) de los metales respecto de la concentración inicial en solución. En presencia de plomo y de cobre en el sobrenadante, se verifica que las concentraciones de estos metales se mantienen constantes durante la incubación, dentro del error experimental, indicando que no existe interacción entre los metales y las células. El la

Figura 3 se muestra el gráfico de distribución para el caso del plomo. Nótese que en estas experiencias se partió de una menor concentración de plomo que de los otros metales en los medios de cultivo debido a su precipitación con algunos de los componentes del sistema.

4. CONCLUSIONES

El estado sanitario de las aguas del arroyo es deficiente, haciéndolas no aptas para cualquier uso, ya sea con tratamiento convencional para posterior consumo, actividades de recreación con contacto directo o actividades agropecuarias. Se observa un incremento del nivel de coliformes fecales (*Escherichia coli*) aguas abajo de la planta de tratamiento del Complejo habitacional Las Catonas. El incremento de las bacterias de origen fecal pone en duda la eficiencia del proceso de tratamiento de los efluentes cloacales.

En lo que respecta al contenido de metales totales disueltos en las aguas superficiales del arroyo Las Catonas, éstas no son aptas para las actividades agropecuarias ni para el desarrollo de la vida acuática. Por otra parte, se determinó que el contenido de metales es muy elevado en los sedimentos y en las aguas intersticiales, siendo aproximadamente un orden mayor que en las aguas superficiales. Se observa una fuerte variación espacio - temporal de la distribución de los mismos, aunque es claro que los niveles de contaminación aumentan en la dirección de la corriente.

A partir de muestras de agua superficial y de agua intersticial, se efectuó el recuento de microorganismos multirresistentes (tolerantes) a elevadas concentraciones de Cu, Cd, Pb y Zn; observándose claramente que, en ambos casos y ambos muestreos, el Cd es el factor inhibitorio del crecimiento bacteriano. En el caso de los microorganismos cultivables aislados a partir de las aguas intersticiales, todos resultaron resistentes (tolerantes) a Cu, Pb y Zn. Esto es concordante con la mayor presión de selección del medio ambiente a partir del cual se aislaron.

Con respecto a los resultados obtenidos en los cultivos en lote de las cepas seleccionadas 200H y B101N no se detectaron interacciones con el plomo presente durante los diferentes estadíos de crecimiento, así como no se observó variación en la concentración del cobre en el medio de cultivo. En cambio, hubo una fuerte interacción con el cinc y el cadmio desde la fase de crecimiento exponencial hasta la estacionaria: los cultivos realizados demostraron que estos metales disminuyen apreciablemente su concentración en la fase acuosa, incorporándose a la fracción que contiene las células.

Dada la disminución de cadmio y cinc en el medio de cultivo observada durante el crecimiento de la cepa 200H y B101N, éstas son buenas candidatas potenciales para ser empleadas en procesos de biorremediación de aguas contaminadas, particularmente en el caso de cadmio y cinc ya que extraen con elevada eficiencia a estos metales del medio acuoso circundante.

5. REFERENCIAS

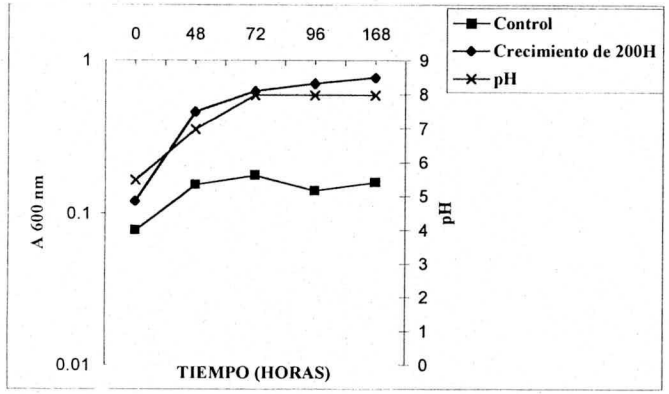
•Topalián, M.L., M.G. Rovedatti, P.M. Castañé and A. Salibián. **Pollution in a lowland river system. A case study: The Reconquista river (Buenos Aires, Argentina).** *Water, Air and Soil Pollution* **114**: 287-302, 1999.

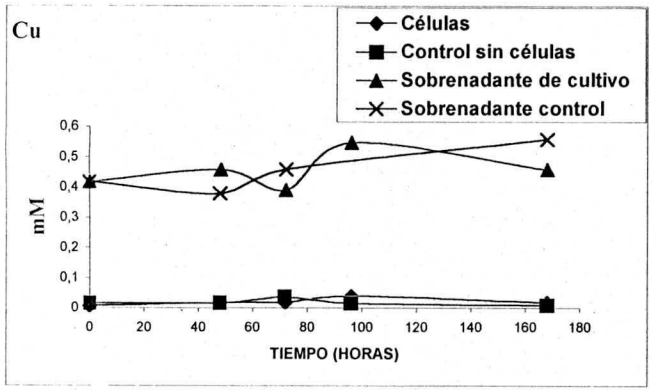
•Ceretti,H., E. Hughes, S. Ramírez, D. Vullo and A. Zalts. **Monitoreo y analisis preliminar de la calidad de aguas del conurbano bonaerense.** Segunda Jornada de Investigacion UNGS, 2000.

•OSN, AGOSBA, SIHN. **Calidad de las aguas Franja Costera Sur** (Informe de avance), Buenos Aires, 1993.

•Vullo, D., H. Ceretti, E. Hughes, S. Ramirez and A. Zalts. **Cu, Pb, Cd and Zn Multiresistant Microbiota in Las Catonas Stream (Bs.As. Metropolitan Area),** 9th Meeting of the International Society for Microbial Ecology, Amsterdam, The Netherlands, 26-31 August 2001.

•Ceretti,H., E. Hughes, S. Ramírez, D. Vullo and A. Zalts. **Effect of Freshwater Metal Contamination on Microbiota Development – Las Catonas Stream Case,** SETAC 22nd Annual Meeting in North America, Baltimore, Maryland, USA, 11-15 November 2001.





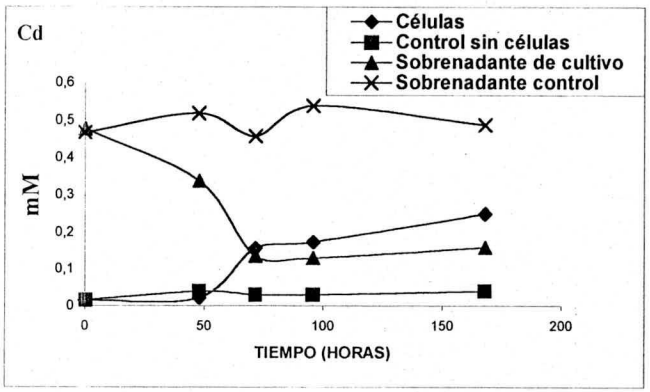
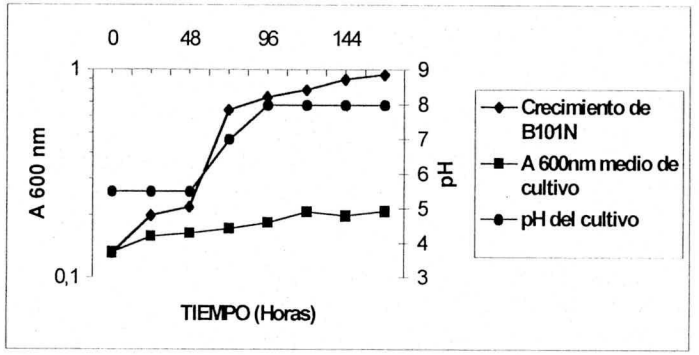
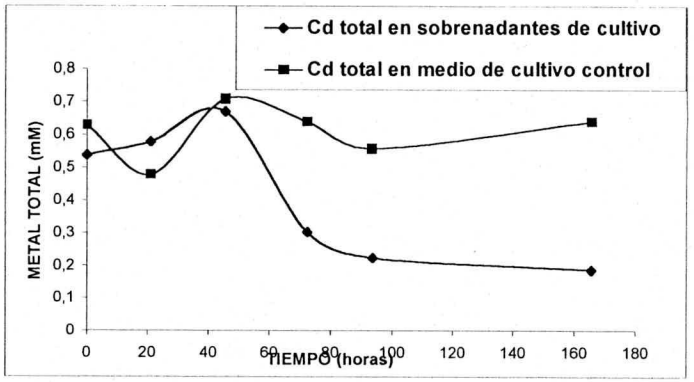


Figura 2. Distribución de cobre y cadmio en un cultivo en lote de 200H.





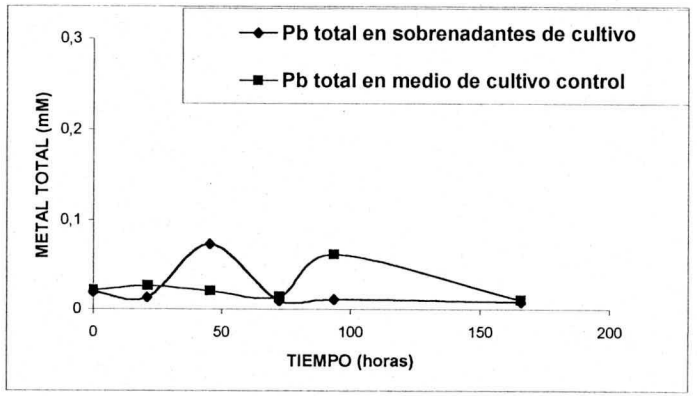


Figura 3. Distribución de cadmio y plomo en un cultivo en lote de B101N.

TEXTO 3

García, M. G., Araoz M. M. y Del V. Hidalgo, M. (2000) "Contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas del S.E. de Tucumán", en Farías, H., Pilán, M., Borsellino, M., Pece, F., Storniolo, A. & Mattar, M. (eds.) *Uso y preservación de los recursos hídricos den los umbrales del siglo XXI. Memorias del XVIII congreso nacional de agua.* Santiago del Estero: Instituto de Recursos Hídricos, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, CD-Rom.

CONTENIDO Y DISTRIBUCIÓN DE METALES PESADOS EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL S.E. DE TUCUMÁN

María Gabriela García, Manuel Monserrat Aráoz y Margarita del V. Hidalgo
Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada. Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. U.N.T.
Miguel Lillo 205. S.M. de Tucumán. Tucumán (4000).
Correo electrónico: gabriga@csnat.unt.edu.ar

RESUMEN

En el S.E. de la Provincia de Tucumán, se desarrolla una extensa llanura que alberga aguas subterráneas que constituyen la única fuente de aprovisionamiento tanto para consumo humano como para riego. A pesar de su importancia, estas aguas no han sido estudiadas con el fin de evaluar su calidad y sus principales características químicas. Por tal motivo se realizó un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de este sector. Los metales seleccionados fueron Hierro, Manganeso, Cromo, Cadmio, Cobre, Plomo y Arsénico. Todos ellos, con excepción del As, presentan concentraciones por debajo de los límites establecidos por la OMS (1993) y el CAA (1994), y están además, dentro de los rangos de valores normales en aguas naturales. La distribución espacial muestra que las concentraciones tienden a aumentar hacia el centro de la cuenca hidrogeológica, a lo largo de un eje que posee una dirección NO-SE, dirección que corresponde al sentido del movimiento regional del agua subterránea. El As por el contrario, se acumula hacia el sur de la cuenca.

INTRODUCCIÓN

En el sector sudoriental de la Provincia de Tucumán, se desarrolla una extensa llanura que alberga recursos hídricos subterráneos de gran importancia por su caudal y calidad. Debido a la escasez de cursos de agua superficial en este sector de la provincia, las aguas subterráneas constituyen la única fuente de provisión de agua para consumo humano y riego. La actividad más importante de la zona es el cultivo de la caña de azúcar, y en menor proporción se cultivan granos (especialmente en el extremo oriental), citrus y hortalizas (en el sector pedemontano). La producción industrial se concentra en el rubro alimentación y bebida (Gob. de la Pcia. de Tucumán, 1994).

El sector estudiado se encuentra dentro de la región denominada por Tineo et al (1984) como provincia hidrogeológica de la llanura oriental, la cual se extiende hacia la provincia de Santiago del Estero desde la Sierra del Aconquija, por el Oeste, hasta la Sierra de Guasayán al Este. El área relevada se encuentra ubicada entre los paralelos de 26°20´ y 27°30´ latitud Sur y los meridianos de 64°45´y 65°30´ longitud Oeste (Figura 1).

A pesar de la importancia que tiene el recurso hídrico subterráneo en la zona, no existen antecedentes de estudios regionales que hayan tenido por objeto evaluar la calidad del agua y sus principales características químicas. Algunos perfiles de pozos suelen tener datos de análisis químicos que por lo general están incompletos y casi en ningún caso incluyen datos sobre metales pesados. Únicamente existen algunas medidas de As realizadas por el Sistema Provincial de Salud de Tucumán (SI.PRO.SA 1981/82, 1986), que dan cuenta de la presencia de este elemento en contenidos que superan los límites de tolerancia para aguas de consumo. En estos trabajos, se hace referencia a una fuerte contaminación en aguas de escasa profundidad (entre 6 y 20 metros), y prácticamente no se mencionan datos de aguas profundas.

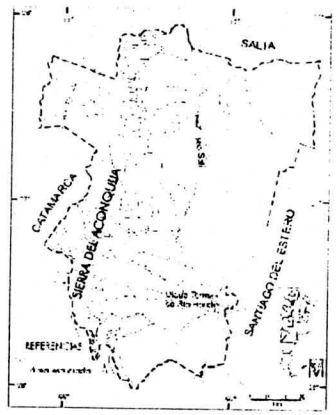


Figura 1: ubicación del área de estudio

Ante esta situación se consideró importante realizar un relevamiento con el objeto de estudiar la presencia, contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas profundas de la llanura del Sureste tucumano. Los metales seleccionados fueron Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cromo (Cr), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Arsénico (As). Los dos primeros, son elementos muy comunes en los sedimentos de la cuenca, y se encuentran en general en forma de óxidos y oxohidroxidos que forman pátinas alrededor de los granos del sedimento. Por su abundancia en los materiales que conforman los acuíferos, el Fe alcanza elevadas concentraciones en el agua. Cr, Cd, Cu y Pb fueron seleccionados como indicadores de contaminación ya que estos elementos suelen estar asociados a los efluentes de muchas industrias. Por otro lado, no existen en la zona cantidades significativas de minerales que puedan contener estos elementos. Si bien en la provincia de Tucumán no existe una actividad industrial que genere una carga contaminante de tipo inorgánica, es posible que haya un cierto aporte de los sectores urbanizados. En un estudio realizado sobre aguas de escorrentía de distintas ciudades, se han encontrado importantes concentraciones de metales pesados que han sido asociadas al lixiviado de basurales, eliminación a la atmósfera de los desechos de combustibles fósiles, vertidos cloacales, entre otros (Wiesner et al 1998). El Cu fue particularmente seleccionado porque en un sector del área de estudio se produce la descarga del efluente que proviene del secado del concentrado de Cu y Au de una compañía minera. Si bien aún es demasiado pronto para observar algún impacto de este efluente sobre los acuíferos profundos, los valores determinados pueden servir como una referencia en el futuro.

La presencia de As en toda la región chacopampeana y sus efectos sobre la salud de la población ha sido ampliamente documentada (Merino 1999; Nicolli et al 1985; Nicolli et al 1997; Bergoglio 1963; Biagini et al 1974, Biagini and Salvador 1983; Nicolli et al 1989; Concha et al 1998), por lo que se consideró relevante estudiar con un mayor grado de detalle su presencia y distribución en este sector de la Provincia de Tucumán.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

La cuenca hidrogeológica del Río Salí se extiende desde el piedemonte de la sierra del Aconquija, hasta el límite con la Provincia de Santiago del Estero hacia el Este y el Sur, mientras que el límite Norte está dado por el espolón de Tacanas que actúa como divisoria de aguas subterráneas (Tineo et al, 1984).

Los acuíferos explotados se desarrollan completamente en materiales cuaternarios, integrados por löess de color rojizo a pardo que en profundidad se intercalan con lentes de arenas gruesas y gravas que alcanzarían una profundidad de 150 m o más (Bonaparte y Bobovniqov 1974). El löess, que cubre gran parte de la llanura tucumana, alcanza una profundidad de hasta 30 metros y se caracteriza por un relativo bajo contenido en carbonato de calcio y cuarzo y abundante presencia de vidrio volcánico (Sayago 1995). Los materiales saturados profundos son de tipo lentiforme, arenosos y gravosos, cuyo espesor disminuye hacia el Este y el Sur por el aumento de intercalaciones de materiales finos. El movimiento principal del agua subterránea es en sentido NO - SE, siguiendo la pendiente regional.

El clima es templado-cálido húmedo con estación invernal seca. La precipitación media anual en la llanura varía entre los 700 y los 1000 mm aumentando hacia el Oeste. Las precipitaciones se concentran en el período estival – otoñal y la temperatura media anual oscila entre los 19 y 20°C.

La hidrografía está caracterizada por un colector principal, el Río Salí, en el que confluyen numerosos ríos que descienden de la sierra. La característica principal de la cuenca es la discontinuidad temporal de los caudales, controlada por la distribución de las precipitaciones. Se reconocen dos períodos bien definidos: estival - otoñal de grandes caudales e invernal - primaveral de caudales mínimos (Gob. de la Pcia. de Tucumán, 1994).

METODOLOGÍA DE TRABAJO

A lo largo del año 1998 se llevó a cabo el muestreo aguas extraídas de 28 pozos profundos, cuya distribución se detalla en la Figura 2.

Las muestras para el análisis de metales pesados fueron recogidas en recipientes de polietileno de alta densidad, que previamente fueron lavados con una solución de HNO_3 al 50% durante 24 hs, y enjuagados con agua destilada.

Para el análisis de metales pesados en solución, las muestras se filtraron con filtro de 0,45 µm y se conservaron en medio ácido, logrado con el agregado de HNO_3 concentrado de alta pureza. Las determinaciones se realizaron por absorción atómica, en horno de grafito con un espectrofotómetro de absorción atómica Hitachi 5000 con corrección por efecto Zeeman. Para la determinación de As y Pb se emplearon matrices modificadoras de $Ni(NO_3)_2$ y $NH_4H_2PO_4$ respectivamente. Todas las determinaciones mencionadas se llevaron a cabo en el laboratorio del Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, siguiendo la metodología propuesta por APHA (1989). Se determinaron concentraciones totales, sin tener en cuenta la especiación de los elementos.

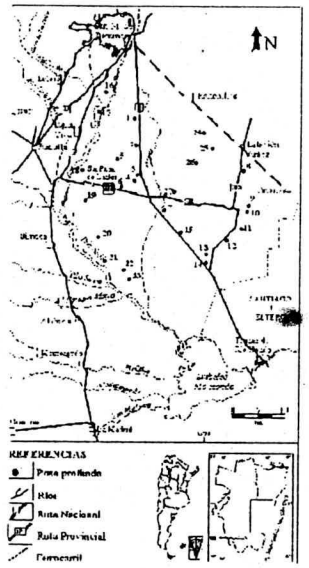


Figura 2: Ubicación de los puntos de muestreo

RESULTADOS

Los resultados obtenidos y la profundidad de los pozos estudiados se muestran en la tabla 1. El Cd y el Pb se encuentran en concentraciones que no superan el límite de detección del método. Casi todos los metales analizados, con excepción del As, se encuentran en concentraciones que no exceden los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993) y el Código Alimentario Argentino (CAA 1994) para aguas de consumo.

Los valores de Cr se encuentran próximos al valor típico de este elemento en aguas naturales establecido por Drever (1988) en 1 µg/L. Las concentraciones varían entre 0,3 y 4,8 µg/L. La concentración de este elemento tiende a aumentar hacia el eje central de la cuenca hidrogeológica, el cual tiene una dirección NW – SE. . La concentración límite es de 50 µg/L para agua potable (CAA 1994).

La concentración de Cu varía entre < 1 y 15 µg/L. Drever (1988), establece que el valor típico de cobre en aguas naturales es de 7 µg/L, por lo que la mayoría de los pozos muestreados revelan valores próximos al de referencia. Sin embargo, dos pozos, El Bracho y Los Sueldos, presentan concentraciones de Cu algo superiores (15 y 12 µg/L respectivamente). Haciendo abstracción de esos dos puntos, se observa que la concentración disminuye hacia el S.E., coincidentemente con la dirección de movimiento regional del agua.

El Fe es el metal pesado más abundante en estas aguas. Su concentración varía entre 1.4 y 83

µg/L en aguas profundas. La concentración límite del Fe es de 300 µg/L (CAA 1994).

La concentración de Mn se encuentra por debajo del valor típico de este elemento en aguas naturales, establecido por Drever (1988) en 8 µg/L. Los valores oscilan entre < 0.6 y 5.6 µg/L, que están dentro e los valores esperados. Sólo un pozo (El Bracho) supera el valor típico. Espacialmente se observa que la concentración del Mn, como en el caso de los otros elementos analizados, aumenta hacia el centro de la cuenca.

La presencia de As en concentraciones que superan los límites de tolerancia para aguas de consumo en aguas del S.E. tucumano ha sido muy documentada. En la mayoría de estos trabajos, se hace referencia a una fuerte contaminación en aguas de escasa profundidad (entre 6 y 20 metros), y prácticamente no se mencionan datos de aguas profundas. En este estudio, las concentraciones de As en aguas profundas oscilan entre <1 y 43 µg/L. Todos estos valores se encuentran por debajo del límite de 50 µg/L establecido por el CAA y la OMS (1963), pero por encima de 10 µg/L, valor límite que se encuentra en revisión para su próxima implementación (OMS 1993). Por su parte, la EPA (Environmental Protection Agency 1999), teniendo en cuenta criterios que establecen riesgos de contraer cáncer, establece como límite de tolerancia una concentración de 0.018 µg/L.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los metales que se tomaron como indicadores de contaminación, con excepción del As, se puede observar que sus concentraciones están por debajo de los límites establecidos por la OMS (1993) y el CAA (1994), y que todos ellos están dentro de los rangos de valores normales en aguas naturales. Llama la atención la presencia de concentraciones ligeramente superiores de algunos metales como Cu, Mn, Fe y Pb en el pozo muestreado en la localidad de El Bracho. Si bien los valores son también muy bajos, sobresalen en relación con los encontrados en sectores aledaños. En esta localidad se encuentra un grupo de cuatro centrales termoeléctricas que abastecen de energía a la provincia de Tucumán y el resto del NOA. Los efluentes de estas centrales se caracterizan por tener un elevado contenido de sales debido al uso del agua en procesos de condensación. Sin embargo, la presencia de maquinarias pesadas, vehículos y combustibles podría dar lugar a la liberación de metales que, al infiltrarse, afectarían los acuíferos más profundos.

El Fe y el Mn son dos elementos que suelen encontrarse en forma de óxidos que cubren los granos de los sedimentos. El material loessico presente en la llanura tucumana es particularmente rico en óxidos de hierro (Sayago 1995; Camino 1988). Los óxidos de Mn suelen estar asociados más con los horizontes superficiales del suelo, particularmente aquellos que son ricos en materia orgánica. Como los acuíferos muestreados son bastante profundos, la concentración de este elemento en el agua no es muy elevada.

El As es un elemento altamente nocivo para la salud. Su ingesta en forma continua da lugar a serios problemas de tipo dermatológico (melanodermias, quelato-dermias y cáncer de piel) y puede afectar otros órganos. Desde principios del siglo XX, existen registros de la presencia de los mencionados síntomas en habitantes rurales de la llanura chacopampena, y que se han atribuido a la ingesta prolongada de agua con elevados contenidos de As. Debido a que la enfermedad presenta características particulares en Argentina, los médicos la llamaron HACRE (hidroarsenisimo crónico regional endémico). En la llanura oriental de la provincia de Tucumán la manifestación de HACRE en pobladores rurales se atribuyó a la ingesta de agua proveniente del acuífero freático (hasta 15 m de profundidad), ya que la misma presenta concentraciones de As que superan el límite establecido por el CAA para aguas de consumo, de acuerdo con los datos proporcionados por el SI.PRO.SA (1981/82 – 1986). Sin embargo, los datos obtenidos en este trabajo revelan concentraciones elevadas de As en acuíferos profundos (entre 100 y 200 metros) ubicados en el sector SO y NE del área de estudio, coincidentemente con el área donde existen manifestaciones hidrotermales. Si bien los valores no superan el límite actualmente en vigencia en nuestra legislación, la mayoría de ellos superan los 10 µg/L, valor al que se está estudiando bajar el límite actual, en vista de la peligrosidad de este elemento (OMS 1993).

La distribución espacial de la mayoría de los elementos analizados muestra que las concentraciones tienden a aumentar hacia el centro de la cuenca hidrogeológica, a lo largo de un eje que posee una dirección NO-SE, dirección que corresponde al sentido del movimiento regional del agua subterránea. El As constituye una excepción ya que tiende a acumularse hacia el sur de la cuenca.

REFERENCIAS

APHA, AWWA y WPCF (1989) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* 17th Edition. USA.

Bergoglio RM (1963) "Mortalidad por cancer y tumores malignos en zonas de aguas arsenicales en la provincia de Córdoba". *V Congr. Iber.Amer.Dermat.* 1111-1118.

Biagini RE and Salvador M (1983) "Arsenisismo crónico en la provincia de Salta". *Archivos Argentinos de Dermatologia, 34*, N°4: 193-197.

Biagini RE, Quiroga GC and Elías V (1974) "Hidroarsenisismo crónico en Urutaú (Prov. Santiago del Estero)". *Arch. Argent. Dermat, 24*: 8-11.

Bonaparte J.F. y Bovovniqov J. (1974) "Algunos fósiles pleistocenos de la provincia de Tucumán y su significado bioestratigráfico". *Acta Geol. Lilloana 12*, 11: 171-183.

Camino, M. (1988) "Estratigrafía y evolución paleoambiental durante el cuaternario del valle de La Sala". Tesis inédita. Fac. de Cs. Naturales. Universidad Nacional de Tucumán.

Código Alimentario Argentino (1994) Art.1 Res. MS y AS N°494. Ley 18284. Dec. Reglamentario 2126. Anexo I y II. Ed. Marzocchi.

Concha G, Nermell B y Vahter M (1998) "Metabolism of inorganic arsenic in children with chronic high arsenic exposure in northern Argentina". *Environmental Health Perspectives, Vol 16*, N°6.

Drever, J.I. (1988) *The Geochemistry of Natural Waters.* II Edition. Prentice Hall. Englewood Cliff, New Jersey 07632.

EPA (1999). *National recommended water criteria-correction.* 822 – Z - 99 – 001

Gobierno de la Provincia de Tucumán, Ministerio de Obras Públicas y Transporte de España y Universidad Nacional de Tucumán (1994) *Directrices para la Ordenación del Territorio de la Provincia de Tucumán.* Universidad Nacional de Tucumán. 186pp. Tucumán.

Merino M.H. (1999) "Arsénico en aguas subterráneas. Un problema generalizado en la Llanura Chacopampeana". *Gerencia Ambiental*: 528-569.

Nicolli HB, Suriano JM, Gómez Peral MA, Ferpozzi LH y Baleani OA (1989) "Groundwater contamination with arsenic and other trace elements in an area of the pampa, Province of Córdoba, Argentina". *Environ Geol Water Sci 14*/1: 3-16.

Nicolli H.B., Smedley, P y Tullio, J. (1997) "Aguas subterráneas con altos contenidos de flúor, arsénico y otros oligoelementos en el norte de la Provincia de La Pampa: estudio preliminar" *Cong. Int. sobre Aguas y workshop sobre química ambiental y salud, III*-40. Bs As.

Nicolli, H.B.; O´Connor, T.E.; Suriano, J.M.; Koukharsky, M.A.; Gómez Peral, M.A; Bertini, I.M.; Cohen, L.I; Corradi, O.A; Baleani, O.A y Abril, E.G. (1985) "Geoquímica del arsénico y de otros oligoelementos en aguas subterráneas de la llanura sudoriental de la

provincia de Córdoba". *Miscelánea N°7, Acad. Nac. Ciencias*, Córdoba.
Organización Mundial de la Salud (1963) *Standards for drinking water*. 2° edición. Organización Mundial de la Salud: 14-37.
Organización Mundial de la Salud (OMS) (1993) *Guidelines for drinking water quality*. Revision of the 1984 guidelines. Final task group meeting, Geneva, 21-25 September 1992.
Sayago, J.M. 1995. "The argentine neotropical loess: An overview". *Quaternary Science Reviews*. Vol 14: 755-766.
SI.PRO.SA (1981/82, 1986) Dirección General de Saneamiento Ambiental de Tucumán. "Investigación de la presencia de arsénico en el agua para consumo humano" (inédito).
Tineo, A.; ; Falcón, C; García J; D´Urso, C. ; Galindo, G. y Rodríguez, G. (1998) "Hidrogeología". En: Gianfrancisco, M; Puchulu, M.E; Durango de Cabrera, J y Aceñolaza, G. (Eds) *Geología de Tucumán*. Public. Esp. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas. Tucumán: 259 – 274.
Tineo, A.; Fernández, M.M.; Fernández, R.; Guerrero, C.y De la Vega, E. (1984) "Hidrogeología". En: Aceñolaza, F., Toselli, A. y Bossi, G. (Eds) *Geología de Tucumán*. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas. Tucumán.
Wiesner, M; Characklis, G y Brejchová, D (1998) "Metals and colloids in urban runoff". En Allen, H; Garrison, A y Luther III, G (Eds*) Metals in surface waters*. Ann Arbor Press. USA.

Descripción	Cr (µg/L)	Mn (µg/L)	Fe (µg/L)	Cd (µg/L)	Cu (µg/L)	Pb (µg/L)	As (µg/L)	Profundidad (m)
El Bracho	0,9	9,8	80	0,2	15,3	6,4	6	103
Mancopa	2,0	0,7	24	nd	8,0	nd	5	107
Esc. El Cortaderal	1,7	0,4	34	nd	5,0	3,3	17	93
Flia Suárez	2,9	1,2	26	nd	3,4	1,5	9	180
Esc Reg. 19	0,8	3,4	28	nd	6,6	nd	17	163
Romera Pozo	1,1	1,9	60	nd	4,7	6,1	14	80
Mixta	4,8	1,1	14	nd	5,1	nd	5	104
Las Tusquitas	0,8	3,9	73	nd	3,6	1,6	5	87
Cañada de Viclos	0,4	0,3	33	nd	nd	nd	6	87
Cañada de Viclos	3,8	0,7	37	0,2	4,6	nd	5	123
El Mojón	3,5	2,6	9	nd	5,0	nd	5	180
Las Palmitas	3,8	1,8	12	nd	4,5	nd	12	127
Las 4 esquinas	3,9	0,6	66	nd	3,1	nd	7	180
Los Puestos	4,0	0,4	83	nd	3,3	nd	11	104
Monte Bello	1,4	0,3	15	nd	6,9	nd	2	-
San Felipe	4,0	2,1	9	nd	7,1	nd	3	104
García Fernández	0,7	0,3	22	nd	nd	nd	10	121
Los Sueldos	nd	1,8	10	nd	12,2	nd	nd	-
Las Mercedes	2,8	1,6	19	nd	5,9	nd	9	140
Los Quemados	1,8	0,6	34	nd	4,8	nd	11	85
Nueva España	2,8	6,7	21	0,7	4,8	nd	14	140
Los Gómez	3,5	1,4	69	0,2	4,6	nd	37	100
Los Romano	0,3	65,5	1	nd	4,0	nd	43	-
El Empalme	0,5	nd	-	nd	6,2	nd	11	120
Agua Dulce	3,6	nd	-	nd	8,4	nd	12	110
Orán	0,5	nd	-	nd	4,2	nd	25	140
Tusca Pozo	0,8	5,6	-	nd	3,2	nd	17	102

Tabla 1: contenido de metales pesados y profundidad de los pozos muestreados. (nd) no detecta; (-) sin determinación

TEXTO 4

Panigatti, M. C., Griffa, C. & Boglione, R. (2000) "Evaluación de los niveles de contaminación en aguas subterráneas de la ciudad de Rafaela, Santa Fe", en Farías, H., Pilán, M., Borsellino, M., Pece, F., Storniolo, A. & Mattar, M. (eds.) *Uso y preservación de los recursos hídricos den los umbrales del siglo XXI. Memorias del XVIII congreso nacional de agua.* Santiago del Estero: Instituto de Recursos Hídricos, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, CD-Rom.

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIUDAD DE RAFAELA, SANTA FE.

Ma. Cecilia Panigatti, Carina Griffa y Roxana Boglione
Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional.
Bv. Roca y Artigas (2300) Rafaela, Pcia. de Santa Fe, Argentina.
T.E. (03492) 43-2702. E-mail: cpanigatti@impsat1.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo muestra el relevamiento realizado en aguas de pozo en la ciudad de Rafaela (Santa Fe). Si bien la ciudad cuenta con una extensa red de agua potable, aún existen zonas donde no se cuenta con este servicio y en la mayoría de los casos el agua es utilizada para consumo humano, desconociendo su potabilidad. Se realizaron muestreos en distintos sectores, uno de los cuales corresponde a una zona industrial. Este estudio comenzó a mediados de 1999, como consecuencia de la inquietud de numerosas personas por conocer la calidad del agua que consumen y tiene continuidad. A partir de las muestras analizadas hasta el momento se verificó la contaminación de las aguas subterráneas principalmente en las zonas industriales como consecuencia de las actividades humanas. En cuanto a los parámetros bacteriológicos la no potabilidad de las muestras se debió fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas, no encontrándose contaminación de tipo fecal.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha incrementado la preocupación por el medio ambiente, existiendo actualmente un creciente interés por dar respuesta a esta transformación del medio y procurando disminuir el impacto ambiental generado por el aumento de contaminantes vertidos a la biosfera (Sheehan, et al. 1984). En tal sentido, y siendo el agua de vital importancia para las necesidades básicas del hombre, resulta indispensable conocer sus características tanto fisicoquímicas como microbiológicas, para evaluar su calidad y detectar sus posibles fuentes de contaminación. La influencia negativa de determinadas acciones humanas, utilización de tecnología y procesos, ha provocado que el estado natural del agua se esté deteriorado gravemente.

OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es evaluar la calidad actual de las aguas subterráneas en la ciudad de Rafaela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestrearon 25 sitios ubicados en 4 zonas distintas de la ciudad, correspondiendo una de ellas a la zona industrial y las tres restantes a barrios residenciales (Figura 1).

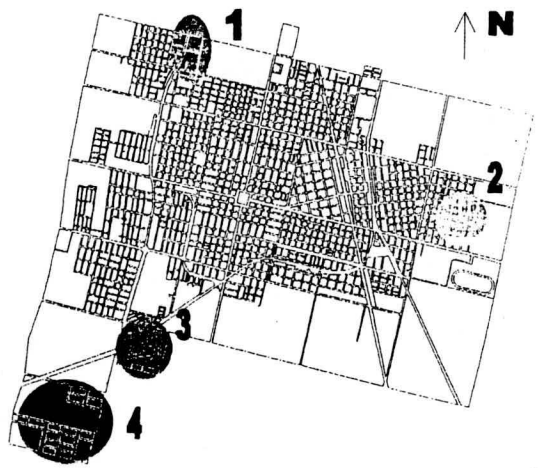


Figura 1. Plano de la Ciudad de Rafaela, con la ubicación de las distintas zonas analizadas: 1- Parque Industrial, 2- Barrio Belgrano, 3- Barrio Brigadier López y 4- Barrio Villa Aero Club.

La metodología utilizada para la toma de muestra corresponde a la APHA (Standard Methods, 17 Ed.). En cada uno de los puntos se analizaron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos indicadores de la calidad del agua. Respecto a las determinaciones físico-químicas se realizaron las siguientes: pH (Método Electrométrico), Sólidos Totales (Evaporación y secado en estufa a 105 °C), Dureza Total (Titulación con EDTA), Calcio (Titulación con EDTA), Magnesio (Cálculo por diferencia entre Dureza y Ca), Alcalinidad Total (Titulación ácido-base), Cloruro (Titulación argentométrica), Sulfato (Turbidimetría), Arsénico (Colorimétrico semicuantitativo), Nitrito (Método colorimétrico con α-naftil amina), Nitrato (Método potenciométrico con electrodo selectivo), Amonio (Método de Nessler), Cromo (Método colorimétrico con difenilcarbazida).

Para el análisis bacteriológico se realizaron las siguientes determinaciones: Recuento de bacterias aerobias mesófilas en agar nutritivo (37 °C - 8 hs), por siembra en profundidad. Bacterias coliformes totales, se determinó el NMP/100 ml (37 °C - 48 hs) en caldo Mc Conkey. Bacterias coliformes fecales, se determinó el NMP/100 ml por fermentación en tubos múltiples en caldo Mc Conkey (44,5 °C – 24 hs). Escherichia coli, por aislamiento en agar EMB con identificación IMVIC. Para aislamiento de Pseudomonas aeruginosa se partió de los tubos Mc Conkey utilizados en la determinación de coliformes. Aquellos que desarrollaron un halo turbio en la superficie de dichos tubos se aislaron en agar cetrimida.

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

En la Figura 2 se observan los porcentajes de aptitud de las muestras de agua, considerando los límites fijados por el Código Alimentario Argentino (CAA), Res N°494/94 para Agua Potable de uso domiciliario.

Figura 2. Resultados generales de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos efectuados en muestras de aguas subterráneas.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, en la Tabla 1 se resumen los valores promedios, mínimo y máximo obtenidos. Todas las muestras cumplen con los límites de pH, Dureza Total, calcio, magnesio, nitrito, amonio y arsénico. De las muestras analizadas el 65 % no cumplen con el límite establecido para Sólidos Totales, el 35 % no cumple con sulfato, mientras el 15 % se encuentran fuera del límite de nitrato y también de cloruro, además el 10 % no cumple con cromo. De las muestras no aptas el 38 % superan sólo el valor límite establecido para sólidos totales, el 31 % no cumple con sólidos totales y sulfato y el 31 % restante no cumple con la mayoría de los parámetros antes detallados. Los niveles salinos obtenidos (por encima de los límites aconsejados) podrían atribuirse a la época de sequía en que fueron tomadas las muestras, con su consecuente aumento de contenidos de sales. El 31 % que no cumple con la mayoría de los parámetros corresponde a muestras de la zona industrial verificando la contaminación como consecuencia de la actividad humana.

Respecto a la Alcalinidad Total, no existen límites establecidos por el CAA, pero teniendo en cuenta la Norma de Calidad de Agua potable, Ley N° 11220, todas las muestras se encuentran por encima del límite recomendado (200 mg . l^{-1} $CaCO_3$).

Los resultados obtenidos del análisis bacteriológico se resumen en la Tabla 2. Se observa que la no potabilidad de las muestras se debe fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas. En ningún caso se encontró la presencia de bacterias Coliformes fecales y Escherichia coli, por lo que se puede deducir que en las muestras analizadas no hay contaminación de tipo fecal.

El recuento heterótrofo de placa es un indicador del contenido bacteriano total del agua, aunque no todos los microorganismos presentes en ella desarrollen. La Pseudomona aeruginosa crece en cualquier ambiente, con requerimiento nutricionales mínimos, desarrollandose hasta 42 °C y en ambientes húmedos. Debido a estas condiciones, pero contrariamente a lo que exige el CAA, es frecuente encontrar su presencia en el agua. Si bien el 50 % de las muestras analizadas es bacteriológicamente apta, no significa que todas sean microbiológicamente aptas por lo que para completar el estudio sería necesario realizar análisis parasitológicos complementarios.

Tabla 1. Resumen de los parámetros Físico – químicos

Parámetro	Media	Mínimo	Máximo
pH	7,7	7,0	8,4
Sól. Totales (mg . l^{-1})	1777,3	1339	3180
Dureza ($CaCO_3$ mg . l^{-1})	139,7	57,0	300,8
Calcio (Ca^{2+} mg . l^{-1})	26,2	14,0	51,5
Magnesio (Mg^{2+} mg . l^{-1})	16,5	5,4	41,4
Alc. Total ($CaCO_3$ mg . l^{-1})	674,0	501,1	802,7
Bicarbonato (HCO_3 mg . l^{-1})	816,9	611,3	979,3
Cloruro (Cl^- mg . l^{-1})	217,2	46,2	610,8
Sulfato (SO_4^{2-} mg . l^{-1})	365,2	150,5	973,6
Nitrito (NO_2^- mg . l^{-1})		< 0,005	0, 085
Nitrato (NO_3^- mg . l^{-1})	31,4	5,0	170,1
Amonio (NH_4^+ mg . l^{-1})		< 0,05	0,20
Arsénico (As mg . l^{-1})		< 0,05	0,05
Cromo (Cr mg . l^{-1})		< 0,05	1,35

Tabla 2. Resultados de los análisis bacteriológicos en muestras de aguas subterráneas

	% Apta	% No Apta
Bact. Mesófilas Totales	65	35
Coliformes Totales	90	10
Coliformes Fecales	100	0
Escherichia coli	100	0
Pseudomonas	75	25

En la Tabla 3, se presentan las medias de los parámetros fisicoquímicos de la zona industrial y de las zonas residenciales. Como se puede observar, los valores promedios de sólidos totales en la zona industrial son mayores que los correspondientes a las zonas residenciales. Esto se podría deber a que las sales inorgánicas representan uno de los principales componentes de muchos efluentes industriales (Stoker y Seager, 1994), los cuales pasan a través del suelo contaminando posteriormente las aguas subterráneas. Asimismo, se puede observar que tanto los valores de nitrato como los de cromo son significativamente superiores en la zona industrial. Las muestras que contienen cromo corresponden a industrias que utilizan dicho elemento en su proceso. Ambos contaminantes inorgánicos son muy problemáticos por su movilidad y su estabilidad en aguas de pozo, siendo por tanto muy difícil su eliminación de las napas.

Tabla 3: Comparación de los resultados físico-químicos de la zona industrial y las zonas residenciales.

Parámetro	Media (Zona Industrial)	Media (Zonas Residenciales)
pH	7,5	7,6
Sól. Totales ($mg.l^{-1}$)	2153,8	1591,4
Dureza ($CaCO_3$ $mg.l^{-1}$)	198,4	106,3
Calcio (Ca^{2+} $mg.l^{-1}$)	37,4	20,9
Magnesio (Mg^{2+} $mg.l^{-1}$)	25,5	11,8
Alcalinidad Total ($CaCO_3$ $mg.l^{-1}$)	574,6	709,2
Bicarbonato (HCO_3^- $mg.l^{-1}$)	701,1	857,3
Cloruro (Cl^- $mg.l^{-1}$)	348,6	152,0
Sulfato (SO_4^{2-} $mg.l^{-1}$)	513,4	296,0
Nitrito (NO_2^- $mg.l^{-1}$)	0.02	0,01
Nitrato (NO_3^- $mg.l^{-1}$)	55,5	16,5
Amonio (NH_4^+ $mg.l^{-1}$)	0.07	0,04
Arsénico ((As $mg.l^{-1}$)	< 0.05	0,03
Cromo (Cr $mg.l^{-1}$)	0.29	< 0,05

En cuanto a los parámetros microbiológicos, no hay diferencia entre la zona industrial y las zonas residenciales.

El presente trabajo se comenzó en 1999 y tiene continuidad, por lo que los resultados presentados son resultados parciales del estudio planteado.

CONCLUSIONES

En general, los parámetros fisicoquímicos obtenidos en las muestras subterráneas analizadas, no son preocupantes, salvo en los casos donde existen elevados contenidos de nitrato y cromo. Se verificó la contaminación de las aguas subterráneas en las zonas industriales, como consecuencia de la actividad del hombre. En cuanto a los parámetros bacteriológicos la no potabilidad de las muestras se debió fundamentalmente a la presencia de Bacterias Mesófilas Totales y Pseudomonas, no encontrándose contaminación de tipo fecal.

REFERENCIAS

APHA (1989). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 17th Edition. American Public Health Assoc., N. York.

TEXTO 5

Margalef, Ramón (1983) "Contaminación o polución de los cursos de agua" (capítulo 16, 763-768) y "Ecosistemas forzados" (capítulo 18, 831-834, 849-867), en *Limnología*. Barcelona: Omega.

Limnología

RAMÓN MARGALEF

Catedrático de Ecología
de la Universidad de Barcelona

Universidad Nacional de Gral. Sarmiento
Unidad de Bibliotecas y Documentación

Ediciones Omega, S. A. / Platón, 26 / Barcelona-6

Tabla 16-9
(Continuación)

	Polisaprobios	Mesosaprobios	Oligosaprobios
Insectos	*Chironomus thummi* *Eristalis tenax* *Prodiamesa olivacea* *Psychoda sp.*	*Stratiomys chamaeleon* *Corynoneura ceteripes* *Psectrotanypus hifascipennis* *Macropelopia* *Sialis lutaria* *Simulium* *Baetis rhodani* *Leuctra fusca* *Metriocnemus knabi* *Pentaneura monilis* *Culex* *Laccophilus* *Nepa cinerea* *Notonecta glauca* *Ranatra linearis* *Gomphus* *Phryganea*	*Ephemerella* *Ecdyonurus* *Rhithrogena* *Hydropsyche* *Nemoura marginata* *Perla bipunctata* *Ephemera vulgata* *Cloeon*
Moluscos		*Lymnaea stagnalis* *Sphaerium corneum* *Radix ovata* *Coretus corneus* *Bithynia tentaculata*	*Ancylus fluviatilis* *Margaritana margaritifera* *Sphaerium sp.* *Valvata*
Peces		*Phoxinus* *Barbus*	*Salmo trutta*

zable. También influye considerablemente sobre las vías de descomposición y sus resultados, el grado de limpieza del cauce, es decir, si es completamente abierto o bien si los troncos y ramas caídos determinan una sucesión de pequeñas retenciones. La procedencia del material y si ya había experimentado cierta transformación en el suelo es asimismo importante. En general, cualquier retardo o embalse, por pequeño que sea, hace disminuir la materia orgánica disuelta y en partículas muy finas.

No hay estimas apropiadas de la aportación de materia orgánica que se recibe de tierra, pero se puede suponer que es proporcional a la extensión de la orilla, por lo tanto, referida a superficie de agua, ha de ser más importante en los afluentes de orden bajo que en los ríos más anchos e importantes. De hecho, los afluentes de las cabeceras, de orden bajo, contienen más carbono orgánico particulado y menos carbono orgánico disuelto que los ríos principales de orden más elevado; y esto puede ser válido también para los ríos tropicales (tabla 16-8), pero no se sabe cómo se comportan los ríos temporales de regiones áridas. Numerosos insectos terrestres van a parar a los ríos, donde se ahogan, pudiendo contribuir hasta 10-40 g peso seco por m^2 y año. La entrada de toda esta materia orgánica es más o menos irregular.

Todos estos procesos de descomposición implican una flora variada, con muchos hifomicetes y bacterias. El estudio bacteriológico se ha orientado a los ríos contaminados y hay menos datos sobre la importancia de la flora bacteriana en ríos poco afectados por la actividad humana. En arroyos cerca de Schlitz, Alemania, se cuentan entre uno y tres millones de bacterias por ml [231]. El examen de las superficies sumergidas por medio del microscopio electrónico de barrido está proporcionando censos de la densidad de bacterias en el pecton.

El carácter heterotrófico de los cursos de agua llega al límite bajo el efecto de la civilización. Los ríos han atraído siempre al hombre, proporcionan el agua necesaria y constituyen un medio para evacuar fácilmente los residuos. Las prácticas agrícolas, las talas y la erosión, contribuyen a aumentar la carga orgánica del río. La civilización industrial ha conducido a formas peculiares de contaminación, con moléculas orgánicas o inorgánicas de distintos tipos, pero tales que jamás estuvieron presentes en las aguas naturales en dosis y frecuencias apropiadas para canalizar la evolución.

Contaminación o polución de los cursos de agua

Contaminación o polución es un término más jurídico que limnológico, pues significa solamente que un recurso ha cambiado de tal modo que ya no es utilizable, o bien su valor ha disminuido. Cambia con las actitudes, las costumbres, los conocimientos y las modas. Antes, las aguas minerales anunciaban su radiactividad en las correspondientes etiquetas de las botellas; ahora tienden a silenciarlo discretamente. Pero la idea tradicional de polución orgánica, puntiforme, consistente en la descarga de un material orgánico oxidable en un río, ha ayudado al desarrollo de ciertos aspectos de la ciencia limnológica.

Las enseñanzas derivan del análisis de cualquier ejemplo concreto de contaminación en un río (fig. 16-28). Evidentemente, tanto la marcha del proceso como la ordenación en el espacio de comunidades «saprobias» a que da lugar, dependen del aporte de material orgánico, que se puede expresar como la demanda de oxígeno, o, de manera más definitiva, por la cantidad total de oxígeno que requiere su oxidación. Generalmente es la velocidad de entrada de oxígeno, la aireación del río, lo que define la velocidad de descomposición; pero, naturalmente, también intervienen la temperatura, las disponibilidades de organismos y la superficie relativa de substrato disponible para la colonización por el bentos [249]. Desde el punto de vista práctico, para medidas de control y vigilancia, se ha tratado de seguir la recuperación de un curso de agua después de un episodio de contaminación orgánica, no sólo a través de los cambios químicos y bioquímicos, sino también con referencia a las comunidades de organismos, considerándolas como indicadoras del grado de polución [134, 144, 205, 348].

Es más fácil y rápido determinar la cantidad de materia orgánica oxidable presente en un agua que hacer un censo de los organismos presentes, e interpretar el significado de la lista a través de lo que se sabe de la biología de las especies presentes. El uso de organismos indicadores puede quedar en simple satisfacción intelectual, pero

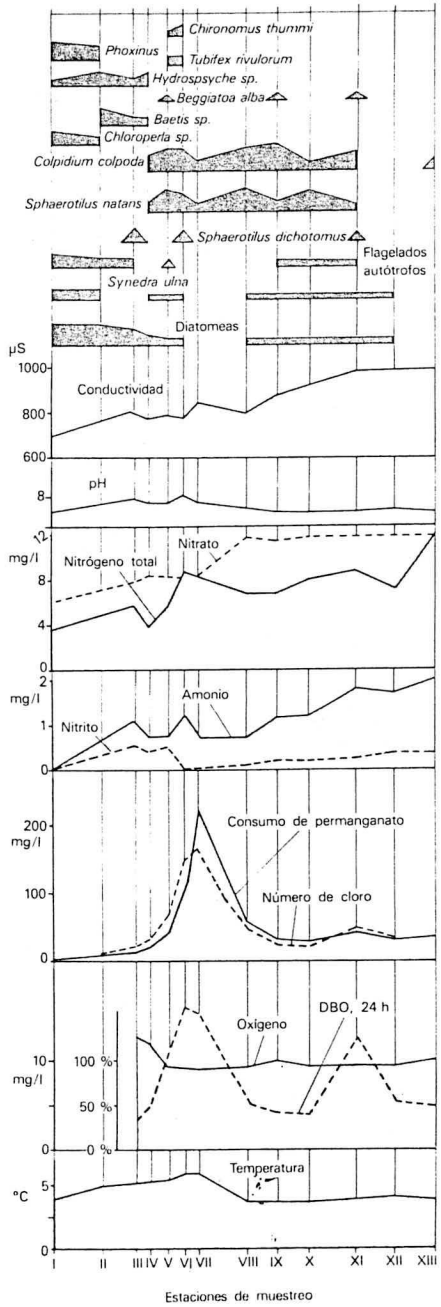


Figura 16-28 *Perfil a lo largo del Liesingbach, un afluente del Danubio, en Austria, sobre un trayecto de 20 km. Distribución de algunos organismos, grupos de organismos y variables ambientales. En el tramo de las estaciones IV a VI, el agua se contamina y cambian completamente las características del ecosistema. Datos obtenidos el 13 y 14 de diciembre de 1950, por R. Liepolt* (Beiträge zur Biologie der Wienerwaldbäche, *Wien, págs. 64 102, 1953).*

tiene una tradición antigua [134]. Refiere Ratsimamanga [279] que, en el sur de Madagascar, cuando una persona de unos 50 años, obesa, que orina con frecuencia y padece dolor de cabeza, cree que debe hacerse un «chequeo», el curandero o brujo de turno, con tiempo seco, la lleva a un lugar donde hay un árbol y un hormiguero y allí, con cierto ritual de acompañamiento, el enfermo orina en medio de las hormigas. Si las hormigas acuden a la orina, el brujo recomienda al enfermo ciertos medicamentos y, además, que deje de comer féculas. En este caso las hormigas hacen de indicadores biológicos a falta de un sencillo laboratorio de análisis clínicos.

En el estudio de la contaminación, el uso de indicadores biológicos se justifica cuando el factor o agente que se desea medir no es asequible, como ocurre cuando pertenece al pasado. La paleolimnología hace mucho uso de organismos indicadores. La composición de una comunidad de organismos no refleja condiciones instantáneas, sino la integración de las características del ambiente sobre cierto tiempo, y por esto revela factores que operan de vez en cuando y así escapan fácilmente a un análisis y aun a análisis repetidos. Muchas poluciones de origen industrial son característicamente discontinuas y los indicadores biológicos permiten superar la estrategia de los contaminadores, cuando adoptan para sus descargas un ritmo no coincidente con el de los recolectores de muestras para análisis.

Puesto que no existe un denominador común de lo que llamamos polución, las consecuencias de la erosión, del uso de herbicidas, de la acumulación lenta de tóxicos, sumadas a la simple contaminación orgánica, se reflejan mejor en las características de todo el ecosistema sometido a tensión (capítulo 18) que no en unos pocos parámetros, no siempre bien escogidos. Esto explica el éxito y la supervivencia de caracterizar el grado de contaminación de un agua por la presencia de determinados organismos característicos o indicadores (tabla 16-9). Ordinariamente, el agua de cloaca es de composición bastante equilibrada, en lo que se refiere a concentración de azúcares, compuestos de nitrógeno, vitaminas, etcétera, pero las contaminaciones procedentes de industrias pueden estar particularmente recargadas en algunos componentes; todo esto se refleja en las comunidades, y un conocimiento adecuado de éstas, apoyado si es posible por los correspondientes análisis químicos, permite detectar lo que ocurre y anticipar desarrollos secundarios de organismos saprobios, si aguas abajo se hacen asequibles los elementos limitantes.

La distinción habitual se establece entre comunidades polisaprobias, mesosaprobias y oligosaprobias, tal como figura en la tabla 16-9. Algunos autores aceptan otra zona para DBO_5 por encima de 100 mg O_2 l^{-1}, con el nombre de cusaprobios, ultrasaprobios o hipersaprobios, que corresponde a lo que otros llaman la facies coprozoica, donde sólo hay organismos sin clorofila. Es usual la subdivisión de las otras zonas en subzonas, designadas por letras griegas. Esta división es más generalmente seguida para la zona de los mesosaprobios, donde ordinariamente se hacen dos divisiones, alfa y beta, la primera de carácter más saprobio. Fjerdingstad [106, 107] propone tres grupos, que llama de los saprobiontes, saprófilos y saproxenos, respectivamente, adoptando sufijos muy generalizados en ecología (compárense con los troglobiontes, troglófilos y trogloxenos, con referencia a la fauna de las cavernas) y basándose en la hipótesis de que hay una distinta tolerancia de las especies y no una adaptación rigurosa de las mismas a condiciones especificadas. Los saprobiontes resistirían aguas muy polutas y requerirían cierta nutrición orgánica mínima, los saprófilos están generalmente presentes en aguas polutas, pero son más o menos indiferentes y se encuentran asimismo en otros medios y los saproxenos faltan generalmente en medios polutos. A este conjunto de organismos se oponen los saprófobos, que vienen a ser los catarobios o xenosaprobios de otras clasificaciones. En el fondo, la distribución de Fjerdingstad no difiere mucho del sistema clásico de los saprobios, pero se dan listas (tabla 18-6), principalmente para complementar la tabla anterior con la notable experiencia del autor mencionado.

El uso de organismos indicadores presupone, en primer lugar, una identificación correcta de las especies, que no puede darse por supuesta. En listas preparadas de rutina por técnicos, suele haber un elevado tanto por ciento de determinaciones erróneas. Para los organismos cosmopolitas, como procariotas y muchas algas, el sistema de los saprobios tiene valor mundial; pero la consideración de los animales introduce problemas de biogeografía y no siempre las distintas especies de un género son equivalentes en su tolerancia a la polución. Sobre la lista final de los organismos presentes, con su representación y su posición en el sistema de los saprobios, se pueden calcular índices que dan la posición media del conjunto en una escala de saprobicidad. Estos datos se suelen comparar con información sobre la química del agua, por lo menos la DBO_5 y el consumo de permanganato. Los resultados se pueden expresar en cartogramas, coloreando los distintos segmentos de los ríos según colores convencionales: azul, verde, amarillo y rojo, respectivamente, para las zonas xenosaprobias, oligosaprobias, mesosaprobias y polisaprobias.

Más sugerente y útil es la aplicación de principios generales de la limnología a la consideración de los segmentos impurificados de un río [178].

En un río contaminado, la estructura normal vertical de un ecosistema acuático (capítulo 14) está exagerada, y deformada porque el gradiente máximo se hace aproximadamente horizontal. El sistema de transporte mantiene la segregación en zonas. El sistema fluvial, por la extensa superficie de contacto con la atmósfera y por la mezcla de los distintos elementos que reaccionan dentro del agua, está particularmente preadaptado a una descomposición relativamente rápida —y en términos ecológicos, poco eficiente— de la materia orgánica que se introduce en él. La disponibilidad de luz en todas las etapas del proceso es otro factor importante, pues permite el desarrollo de autótrofos, que aceleran el proceso, tan pronto como el potencial de reducción y oxidación consiente la respiración de los vegetales.

La carga orgánica en un punto determinado se expresa generalmente por la demanda bioquímica de oxígeno a 5 días, o por la cantidad de materiales oxidables por permanganato en caliente y solución ácida. Hay que tener en cuenta que el permanganato se descompone también por la presencia de compuestos nitrosos, ferrosos, de sulfhídrico y aun de cloruros, de manera que puede dar a veces valores exagerados; pero, por otra parte, no indica la presencia de materia orgánica más resistente a la oxidación, que hay que descomponer y determinar con mezcla sulfocrómica, en aparato de reflujo.

Un valor de DBO_5 de más de 10 mg O_2 l^{-1} rebasa la máxima cantidad de oxígeno que puede haber disuelto en el agua y representa una situación de tensión. La concentración y el gradiente a lo largo del río será función de la dilución del aporte contaminado en el río, del flujo y de la reaireación (pág. 721). Vertidos domésticos pueden tener una DBO_5 de 300 a 500 mg O_2 l^{-1}, residuos de la industria agrícola, 800-3000 mg l^{-1}, fangos densos cargados de materia orgánica hasta 12-15 g l^{-1} [93]. Es costumbre expresar la cantidad total de un vertido en términos de DBO_5. La materia orgánica medida por el método del permanganato es de una a cuatro veces superior a la DBO_5. La relación es más pequeña en la zona polisaprobia, donde una mayor proporción de la materia orgánica aportada es fácilmente putrescible y oxidable, y aumenta paulatinamente hacia la zona de los oligosaprobios, donde la materia más oxidable ya ha sido oxidada, y queda una mayor proporción de material más resistente. Análogas relaciones se observan cuando se compara la materia orgánica total determinada por oxidación con ácido sulfúrico y crómico, y aquí aun más, pues hay aguas que dan una elevada concentración de materia orgánica con esta técnica y, sin embargo, tienen una demanda bioquímica de oxígeno relativamente baja, como son, por ejemplo, las aguas amarillentas de turberas y de ríos tropicales. Si el carbono que no se oxida inmediatamente se llama carbono refractario, se puede escribir, aproximadamente

$$\text{carbono orgánico refractario} = \text{carbono orgánico total} - (DBO_5/2{,}5)$$

Sería correcto determinar separadamente la materia orgánica disuelta y la que está en forma de partículas en suspensión, empleando para separar una y otra un filtro de características normalizadas. Pero en los análisis de rutina de ríos impurificados esto no suele hacerse, aunque sí suele darse la cantidad total de sólidos en suspensión, orgánicos e inorgánicos. Las comparaciones pueden establecerse fácilmente con la DBO, si se tiene en cuenta que la oxidación de 1 g de materia orgánica seca requiere aproximadamente 1 g de oxígeno. Hay que recordar la contribución del oxígeno del sulfato y del nitrato a la oxidación de la materia orgánica.

Las expresiones cuantitativas propuestas [100, 262,

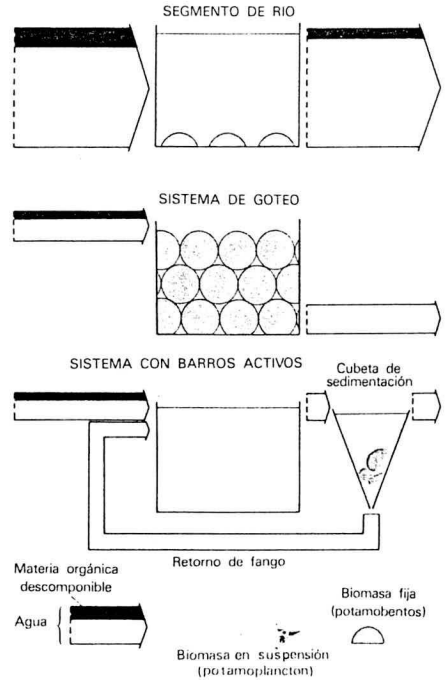


Figura 16-29 *Distribución comparada de la carga orgánica y de la biomasa en un río natural y en instalaciones de depuración. Imitado de Uhlmann* [351].

[351] no se pueden aceptar más que como aproximaciones por el gran número de factores incidentes, o bien son fórmulas de interpolación empíricas, válidas solamente para una situación experimental determinada. Las siguientes consideraciones pueden servir de puntos de partida: La demanda bioquímica total (no por litro) de oxígeno, en un punto x del cauce, depende de los aportes de materia orgánica en los puntos a b, ... i ... x del propio cauce, según una expresión

$$(\mathrm{DBO})_x = \sum_{i=1} (\mathrm{DBO})_i e^{-k(x-i)}$$

La DBO_5 referida a un litro de agua ha de tener en cuenta los volúmenes de agua aportados de a a x. Pero k es proporcional a la entrada de oxígeno atmosférico (reaireación), a la temperatura y a los organismos presentes. Estos organismos influyen principalmente de dos maneras: es muy distinto que se trate de organismos en suspensión (potamoplancton) o de organismos fijos en el fondo. Los últimos acumulan localmente biomasa y presentan una gran superficie de interacción con el agua poluta. Por esto, en las instalaciones de depuración se usan comunidades fijas en escorias o guijarros sobre los que cae el agua, lo que, además, facilita el aporte de oxígeno, y en la técnica de los barros activados (fig. 16-29), una parte del sedimento, que incluye muchos organismos, se retorna a las primeras fases del proceso para proporcionar una biomasa activa suficiente [351, 388]. La actividad peculiar de los distintos grupos de organismos es diversa, siendo especialmente de mencionar la de los fotoautótrofos, que proporcionan oxígeno suplementario y permiten acelerar los procesos de oxidación de la materia orgánica. La cantidad de oxígeno usado entre i y x será proporcional a

$$(\mathrm{DBO})_i (1 - e^{-k(x-i)})$$

y la cantidad de oxígeno ingresado en el mismo espacio será proporcional al coeficiente de aireación multiplicado por la superficie del río

$$[\text{anchura} \times (x - i)]$$

más la posible actividad de los vegetales (producción primaria neta total). La entrada de oxígeno en superficie, generalmente entre 0,5 y 5 g O_2 m^{-2} h^{-1}, es proporcional al déficit de oxigenación, o sea a la DBO, con un factor de proporcionalidad F, función de la agitación del río [331], y de su profundidad.

La formulación más simple (págs. 721, 855) es

$$d[O_2]/d(x/V) = (\text{producción primaria} + k_1[O_{sat}] - (k_1 + k_2)[O_2]$$

que conduce a comparar un río contaminado con un quemostato. El consumo de oxígeno es una función más estrictamente dependiente de la cantidad de oxígeno disponible que no lo es la entrada de oxígeno en el sistema, en otras palabras, la salida tiene correlación más alta con el contenido que la entrada, de manera que el conjunto del sistema manifiesta regulación.

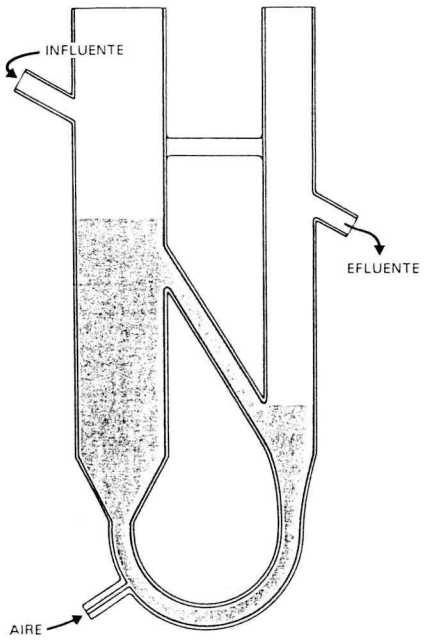


Figura 16-30 *Modelo de laboratorio que incorpora las características esenciales de un sistema de depuración con barros activados: oxigenación, flujo continuo y retorno de una parte del material que equivale a una turbulencia. Imitado de Swisher.*

Comunidades

En la zona de los polisaprobios hay una elevada representación de anaerobios. Un potencial redox muy bajo hace imposible la respiración a grupos enteros de organismos, incluyendo productores primarios. En las situaciones más anóxicas hay muchas bacterias reductoras de sulfato, incluso productores de metano, flagelados incoloros, especialmente en aguas fecales, como *Bodo* y *Cercobodo*, algunos ciliados [325] y *Sphaerotilus*, que aumenta rápidamente a partir de este punto, uniéndosele hongos, como *Fusarium* y *Mucor*, así como organismos que oxidan el sulfhídrico *(Beggiatoa, Thiothrix)* y unos pocos organismos verdes *(Euglena, Oscillatoria)*. Apenas hay diatomeas, o sólo *Nitzschia* del grupo *palea*, generalmente un poco más abajo de las condiciones anóxicas. Hay un número considerable de ciliados y nemátodos que resisten situaciones prácticamente anóxicas, así como algún rotífero *(Rotaria)*. De entre los insectos, sólo las larvas que respiran aire atmosférico se encuentran en esta zona (psicódidos, *Eristalis* [=*Eristalomyia*], *Lathyrophthalmus*).

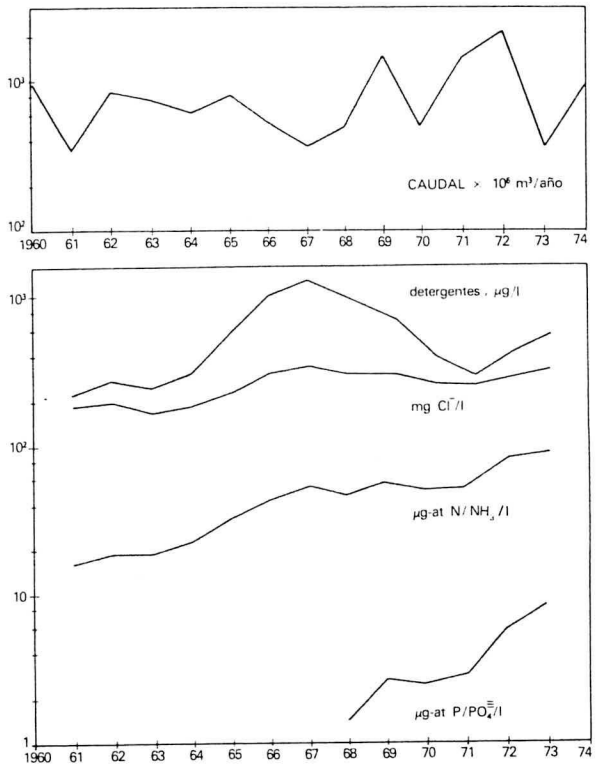


Figura 16-31 *Composición del agua del Llobregat, en Barcelona, entre 1961 y 1973, según datos de Cantó* et al.[46].

Al pasar a la de mesosaprobios aumenta la proporción de animales con hemoglobina, como los *Tubifex* y las larvas de *Chironomus*. Los organismos autótrofos inician su desarrollo masivo con tapices de cianofíceas y copos de algas verdes, como *Stigeoclonium*, muy resistente al sulfhídrico, y del que se han descrito formas incoloras y heterótrofas *(Saprochaete)*, formas de *Ulothrix* y de *Chlorella*. Esta zona es de intensa oxigenación y pronto queda invadida por *Cladophora glomerata* con las especies más resistentes de su cortejo habitual *(Cocconeis placentula, Rhoicosphenia curvata, Diatoma vulgare, Lyngbya kuetzingii)* y formas ramificadas, más escasas, de *Sphaerotilus*. Las piedras y el fondo pueden estar revestidos por tapices resbaladizos y oscuros de *Phormidium (favosum, subfuscum*, etc.).

Aguas abajo, en la zona de los oligosaprobios, la producción de las algas disminuye y la variedad de sus comunidades aumenta. La dominancia pasa a las comunidades «normales» de los respectivos ríos; retorna la precipitación de carbonato cálcico que quedó inhibida por la elevada tensión de CO_2 en las zonas más impurificadas. La descomposición de la materia orgánica ha enriquecido al agua de sales de las que el agua no se desembaraza, y ello explica la posible presencia de elementos más o menos halófilos entre los oligosaprobios, como *Cyclotella meneghiniana, Thalassiosira weissflogii, Nitzschia hungarica,*

Figura 16-32 *Río Daube, en Ecuador, marzo de 1979. El ecosistema de este río, considerablemente desviado respecto al promedio de las aguas corrientes mundiales, refleja la composición química especial de sus aguas.*

Cylindrotheca, Nitzschia lorenziana, Bacillaria.

Los animales que respiran oxígeno disuelto en el agua son, naturalmente, muy sensibles a la contaminación. Los insectos con branquia de burbuja quedan excluidos de todas las aguas donde existe una demanda de oxígeno considerable. De manera que la distribución de los animales proporciona una escala para clasificar las formas más moderadas de contaminación. Los anfípodos suelen ser relativamente tolerantes; los moluscos, especialmente los prosobranquios, como *Potamopyrgus* son más sensibles. Los plecópteros son mucho más sensibles al descenso del oxígeno disponible que los efemerópteros, y entre los plecópteros relativamente más resistentes se cuentan *Leuctra fusca* y *Amphinemura sulcicollis*. Los efemerópteros más comunes, se ordenan, de más a menos resistentes a la polución, según el orden *Bactis, Ephemerella, Ecdyonurus, Heptagenia, Rhithrogena*, y estos últimos son también muy sensibles al material en suspensión que llevan los ríos más o menos contaminados, material que, por otra parte, interfiere considerablemente con la vida de todas las comunidades, al depositarse sobre las piedras [130]. Las comunidades formadas por una mezcla, en proporciones semejantes, de autótrofos y heterótrofos, como son las típicamente mesosaprobias, muestran grandes fluctuaciones nictemerales en la concentración de oxígeno en el medio (Odum, 1956; Bartsch, 1960; Copeland y Davis, 1960) lo que actúa, a su vez, como factor de selección en la fauna acompañante e introduce las correspondientes complicaciones en cualquier modelo cuantitativo del proceso de autodepuración de un río.

La composición de los pigmentos vegetales se puede usar como un dato complementario en las estimas de la polución. La destrucción de los organismos y las condiciones de su descomposición en el agua contaminada conducen a una descomposición más rápida de la clorofila que de los carotinoides, de manera que el cociente D_{430}/D_{665} en material de ríos contaminados es muy alto. En ríos del Centro de España, estudiados por Nieto [253] (fig. 16-19), dicho índice vale entre 5,5 y 8,5 para el seston, y entre 15,0 y 32,5 para el sedimento de tramos muy contaminados, frente a valores, respectivamente, de 2,7 a 3,8 y de 2,6 a 4,8, para tramos de oligosaprobios a mesosaprobios. El valor del mismo índice puede ser aun más bajo (próximo a 2) en la vegetación de clorofíceas (*Cladophora*) que crecen activamente.

La diversidad de las comunidades de aguas polutas está rebajada, tanto por su activo dinamismo como por la exclusión de un gran número de organismos. Patrick (1949, 1954) y colaboradores (Allanson, 1961; Copeland, 1966) encuentran que en agua contaminada se rebaja la diversidad de toda la comunidad o de la taxocenosis formada por diatomeas. Kothé (1962) prefiere referirse a este hecho con la denominación de «déficit de especies» (Artenfehlbetrag), que caracterizaría las aguas contaminadas. Lo mismo se observa en comunidades de animales, y también para otras formas de contaminación, no simplemente orgánica, como son la térmica (Coutant, 1962) y la del petróleo (Rosenberg y Wiens, 1976).

En las aguas corrientes los procesos de contaminación y autodepuración tienen una manifestación en el espacio que hace su estudio particularmente instructivo. Se debe a la segregación de las condiciones de vida, corriente abajo, y a la expresión en el espacio de un proceso de sucesión. Pero la descomposición y el reciclado de la materia orgánica presenta aspectos semejantes en toda clase de sistemas (capítulo 18). Factores ambientales que han operado raramente y que no han sido internalizados por la evolución (metales pesados, plaguicidas, etc.) coinciden frecuentemente con la contaminación orgánica y complican la dinámica de los respectivos ecosistemas [46] (fig. 16-28).

Bibliografía

1 Adams, J., 1979. Wear of unsound pebbles in river headwaters. *Science*, 203: 171-172.
2 Aizaki, M., 1978. Seasonal changes in standing crop and production of periphyton in the Tamagawa river. *Jap. J. Ecol.*, 28: 123-134.
3 Allen, K. R.,1951. The Horokiwi stream. A stury of a trout population. *Fish. Bull. New Zeal.*, 10: 1-238.
4 Ambühl, H., 1960. Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 21: 133-264.
5 Ambühl, H., 1961. Die Strömung als physiologischer und ökologischer Faktor. Experimentelle Untersuchungen an Bachtieren. *Verh. intern. Verein Limnol.*, 14: 390-395.
6 Anderson, J. M. y A. Macfadyen (edits.), 1977. *The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes.* Blackwell Sci. Publ., Oxford, 474 págs.
7 Angelier, E., 1951. Le peuplement en Hydracariens des eaux courantes françaises et son origine. *Soc. Biogéogr., fasc. hors-série*, 67-74.
8 Backhaus, D., 1967-69. Ökologische Untersuchungen and den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. *Arch. Hydrobiol.*, suplem. 30: 364-399; suplem. 34: 24-73, 130-149, 251-320; suplem. 36: 1-26.
9 Backhaus, D., 1975. Fliesswasseralgen und ihre Verwendbarkeit als Bioindikatoren. *Verh. Gesellsch. f. Ökologie*, Saarbrucken, (1973): 149-168.
10 Backhaus, D. y A. Kemball, 1978. Gewässergüteverhältnisse und Phytoplanktonentwicklung im Hochrhein, Oberrhein und Necker. *Arch. Hydrobiol.*, 82: 166-206.
11 Barnes, J. R., R. Ovink y K. W. Cummins, 1978. Leaf litter processing in Gull Lake, Michigan. *Verh. intern. Verein Limnol.*, 20: 475-479.
12 Barton, D. R. y M. A. Lock, 1979. Numerical abundance and biomass of bacteria, algae and macrobenthos of a large Northern river, the Athabasca. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 64: 345-359.
13 Behre, K., 1961. Die Algenbesiedlung der Unterwesser. *Veröf. Inst. Meeresf. Bremerhaven*, 7: 71-263.
14 Béla, E., *et al.*, 1954. A Balatonba ömlö vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata. I. A. Péceslypatak. *Ann. Inst. Biol. Tihany, Hung. Acad. Sci.*, 22: 61-183.
15 Benedetto, L. A., 1976. Annual and diurnal periodicity of stonefly-drift at the arctic circle. *Limnologica*, Berlin, 11: 47-55.
16 Benfield, E. F., D. S. Jones y M. F. Patterson, 1977. Leaf pack processing in a pastureland stream. *Oikos*, 29: 99-103.
17 Benfield, E. F., R. W. Paul y J. R. Webster, 1979. Influence of exposure technique on leaf breakdown rates in streams. *Oikos*, 33: 386-391.
18 Bennin, E., 1926. Das Plankton der Waerthe in dem Jahren 1920-24. *Arch. Hydrobiol.*, 17: 545-593.
19 Berg, K., 1948. Biological studies on the river Susaa. *Folia Limnol. Scand.*, 4: 1-318.
20 Berner, L. M., 1951. Limnology of the lower Missouri River. *Ecology*, 32: 1-12.
21 Berthélemy, C., 1966. Recherches écologiques et biogéographiques sur les plécoptères et coleoptères d'eau courante des Pyrenées. *Annal. Limnol.*, 2: 227-458.
22 Besch, W., 1966. Driftnetzmethode und biologische Fliesswasseruntersuchung. *Verh. intern. Verein Limnol.*, 16: 669-678.
23 Binz, A. y W. Vischer, 1956. Zur Flora der Rheinlaufes bei Basel. *Verh. Naturf. Ges* 67: 195-217.
24 Bishop, J. E., 1973. *Limnology of a small Malayan river: Sungai Gombak.* Junk Publ., The Hague, 485 págs.
25 Bishop, J. E. y H. B. N. Hynes, 1969. Upstream movement of the benthic invertebrates in the Speed River, Ontario. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26: 279-298.
26 Biswas, S., 1968. Hydrobiology of the Volta River and some of its tributaries before the formation of the Volta Lake, *Ghana J. Sci.*, 8: 152-166.
27 Blinn, D. W., A. Fredericksen y V. Korte, 1980. Colonization rates and comunity structure of diatoms on three different rock substrata in a lotic system. *Br. phycol. J.*, 15: 303-310.
28 Blum, J. L., 1954. Evidence for a diurnal pulse in stream phytoplankton. *Science*, 119: 732-734.
29 Blum, J. L., 1956. The ecology of river algae. *Bot. Rev.*, 22: 291-341.
30 Blum, J. L., 1963. The influence of water currents on the life functions of algae. *Annals N. Y.*
31 Bonetto, A.,1976. *Calidad de las aguas del río Paraná. Introducción a su estudio ecológico.* Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, República Argentina, 202 págs.
32 Bormann, F. H. y G. E. Likens, 1969. The watershed-ecosystem concept and studies in nutrient cycles. In *The Ecosystem concept in Natural Resource Management*, edit. G. M. van-Dyne. Academic Press, NewYork, págs. 49-76.
33 Bornhauser, K., 1913. Die Tierwelt der Quellen in der Umgebung Basels. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, suplem. biol., 1-90.
34 Botnariue, N., 1967. Some characteristic features of the floodplain ecosystems of the Danube. *Hidrobiologia*, Bucuresti, 8:39-50.
35 Bott, T. L., J. T. Brock, C. E. Cushing, S. V. Gregory, D. King y R. C. Petersen 1978. A comparison of methods for measuring primary productivity and community respiration in streams. *Hydrobiologia*, 60: 3-12.
36 Broune, W., 1975. Studien sur Algenbesiedlung der Saaleim Raum Jena, II. *Limnologica*, Berlin, 9: 443-480.
37 Brinck, P., 1949. Studies on Swedish stoneflies. *Opusc. entom. Suppl.*, 11: 1-247.
38 Brinley, F. J. y L.J. Katin, 1942. Distribution of stream plankton in the Ohio river system. *Amer. Midl. Natur.*, 27: 177-190.
39 Browzin, B. S., 1964. Seasonal variations of flow and classification of rivers in the Great Lakes - St. Lawrence basin. *Publ. Great Lakes Res. Div., Univ.* Michigan, 11: 179-204.
40 Budde, H., 1928. Die Algenflora des Sauerländischen Gebirgsbaches. *Arch. Hydrobiol.*, 19: 433-520.
41 Budde, H., 1929. Beitrag zur Algenflora fliessenden Gewässer Spaniens. *Arch. H biol.*, 20: 427-470.

anóxico en el embalse de Sau (Barcelona). *Pirineos*, 105: 129-169.
144 Vidal, A., 1973. Development et evaluation du phytoplancton dans le reservoir de Sau. *XI Congrès Intern. Comm. Large Dams*, Madrid, 25 págs.
145 Vidal, A., 1976. Eutrofización del embalse de Sau en el transcurso de sus primeros años (1963-1972). *Confed. Hidrogr. del Pirineo Oriental, secc. 1.ª de Explotación Aguas del Ter*. Cardedeu, Barcelona, 43, págs.
146 Vitousek, P. M. y W. A. Reiners, 1975. Ecosystem succession and nutrient retention. A hypothesis. *BioScience*, 25: 376-381.
147 Ward, J. V., 1974. A temperature-stressed stream ecosystem below hypolimnial release mountain reservoir. *Arch. Hydrobiol.*, 74: 247-275.
148 Ward, J. V. y J. A. Stanford (edit.), 1979. *The ecology of regulated streams*. Proceed. an Intern. Symposium. Plenum Press, New York & London, 398 págs.
149 Ward, P. R. B., 1979. Seiches, tides and wind set-up on Lake Kariba. *Limnol. Oceanogr.*, 24: 151-157.
150 Willén, T., 1960. Phytoplankton algae from three Spanish lakes. *Svensk Bot. Tids.*, 54: 533-549.
151 Wilsson, L., 1971. Observations and experiments on the ethology of the european beaver (*Castor fiber* L.) *Viltrevy, Swedish Wildl.*, 8: 160-165, 168,182-203, 254-260.
152 Wróbel, S. y M. Bombówna, 1976. The cascade type of dam reservoirs and the eutrophication. *Limnologica*, 10: 293-298.
153 Wróbel, S., J. Pacheco y J. R. Grau, 1980. Chemical changes in the water of diked savanna at Mantecal, Venezuela. *Ekol. polska*, 28: 187-200.
154 Zhadin, V. N. y M. B. Ivanova, 1959. Survey of world literature on water reservoirs (en ruso). *Tr. VI Sov. Po Probl. Biol. Vnutr. Vod.*, 615-622.

18

Ecosistemas forzados

TEORÍA

La biosfera se organiza alrededor de un eje vertical, definido por las direcciones de la luz y de la gravedad. Sobre un plano horizontal, la ausencia de transporte o el transporte simétrico conduciría a la situación ideal en la que pequeños segmentos de la biosfera se pueden estudiar como unidades (biocenosis), dentro de cada una de las cuales el ciclo de la materia es prácticamente cerrado. En las aguas epicontinentales esta situación es excepcional. Apenas si se aproximan a ella los lagos oligotróficos muy extensos y con renovación lenta del agua. En el lago eutrófico, entre el espacio central de aguas libres y la zona litoral, el intercambio material es evidentemente asimétrico, como lo es entre dicha zona litoral y el suelo y la vegetación emergida de las orillas. Las lagunas temporales y las aguas corrientes manifiestan en grado extremo el mismo tipo de asimetría transversal que, por supuesto, se refleja también en las conexiones entre aguas fluyentes y detenidas. El agente más perceptible en la determinación de las referidas asimetrías es la energía externa (lluvia, viento), de la que depende el transporte. Éste es desigual según la profundidad, en razón del origen superficial de la referida energía.

La organización vertical y la organización horizontal de los ecosistemas no son independientes y tienen algunas características fundamentales comunes. El intercambio asimétrico, de materiales en solución, partículas suspendidas y organismos vivos o muertos, a través de cualquier frontera arbitraria, permite distinguir subsistemas o compartimentos con función complementaria. Lo son, por ejemplo, el plancton y el bentos, entre cuyas comunidades existe un intercambio que se armoniza en lo que se percibe como una función común.

Tal complementaridad es característica de la organización vertical de los ecosistemas acuáticos, fundamentada en la entrada de energía electromagnética en la parte superior y, generalmente, en la acumulación de materiales en compartimentos inferiores, caracterizados por una menor tasa de renovación. En función de la profundidad se diferencian compartimentos del ambiente (epilimnion, hipolimnion, monimolimnion, sedimento) y se escalonan los centros de gravedad en las respectivas distribuciones de diferentes grupos de organismos (algas, zooplancton, bacterias, bentos) [72]. El conjunto funciona como un sis-

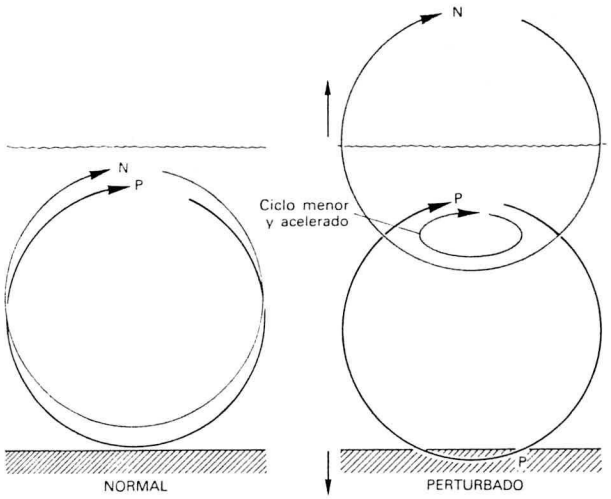


Figura 18-1 *Un ecosistema forzado acelera su velocidad de renovación, deposita en su frontera una parte de sus componentes o los expulsa. En este ejemplo, que conviene a un lago eutrófico, el nitrógeno migra hacia la atmósfera y el fósforo hacia el sedimento.*

tema regulador, especialmente efectivo en los lagos profundos. Por la combinación de flujos verticales y horizontales, la movilidad de determinadas sustancias se retarda a medida que aumenta la distancia al lugar de ingreso de la energía e inicio del movimiento. El retardo se refiere a la tasa de renovación en el compartimento incluido o inferior, en relación con el compartimiento periférico o superior. De acuerdo con la teoría general de colas, o de embalses, la salida de materiales de cada compartimento depende en mayor grado que las entradas de las características o contenido del propio compartimento. La multiplicidad de compartimentos en cada uno de los cuales se manifiesta tal propiedad, comunicados unos con otros, o incluidos unos en otros, presta al conjunto propiedades homeostáticas. Todo el modelo es interpretable dentro de la teoría que ve uno de los fundamentos de la organización y de la homeostasis de la naturaleza en la compartimentación progresiva de los ecosistemas, y en el mantenimiento de diferentes tasas de renovación a ambos lados de cada una de las muchas fronteras que pueden imaginarse.

La limnología y, especialmente, sus aspectos de aplicación, plantean, mejor que otras ciencias ecológicas, el problema de la tensión o «stress» [6, 55] que unos ecosistemas pueden ejercer sobre otros. Es una noción compleja y se piensa en ella cuando se ve que un ecosistema no sigue gobernándose totalmente por sus leyes internas, sino que es *forzado* por agentes externos al propio sistema. El sistema forzado responde modificando su funcionamiento, de manera que frecuentemente se puede interpretar según el principio de Le Châtelier y Braun, es decir, *como si* tendiese a minimizar las consecuencias de tal tensión. De ordinario esta respuesta tiene dos formas, una aceleración de ciertos procesos y la separación de una fracción de materiales en el límite de los ecosistemas (fig. 18-1). Si la tensión ha sido transitoria, el ecosistema puede retornar a una condición semejante a la primitiva. Si la tensión persiste, el sistema puede quedar funcionalmente acoplado al agente o sistema forzador, separado entonces de él por una frontera a través de la cual el intercambio no es simétrico. El estudio de ecosistemas bajo tensión se reduce frecuentemente al examen del acoplamiento de sistemas complementarios separados entre sí por una frontera asimétrica [72]. Pero la problemática es más amplia. Todo factor que no ha estado presente en la evolución de un ecosistema puede ser un factor de tensión, incluyendo moléculas orgánicas inusitadas o especies de origen lejano [90].

Un sistema forzado es un sistema que ha sido abierto desde el exterior y cuya sucesión se ha interrumpido. La explotación pura y simple impide la capitalización de cualquier exceso de producción y el sistema explotado queda, teóricamente, en una etapa anterior de la sucesión. Desde el punto de vista de la teoría de la sucesión, el plancton es un tipo de comunidad más bien primitiva o poco madura, porque está sometido simultáneamente a una explotación doble, pasiva o fatal y activa o dependiente de los animales. Explotación, en este caso, significa transporte neto hacia un lado de materia orgánica que contiene cierta energía química. La misma relación se encuentra entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos, en el sentido que los sistemas acuáticos reciben compuestos químicos con determinado valor energético, procedentes de los terrestres [51]. Los lagos eutróficos que reciben una fracción importante de materia orgánica son un ejemplo. La ubicuidad de tal relación se refleja en el exceso de la respiración sobre la producción primaria en la mayor parte de los ecosistemas fluviales. Sabemos que por lo menos el uno por ciento de la producción primaria de los ecosistemas terrestres va a parar al mar, a través de los ríos (pág. 758).

El habla habitual se resiste a decir que los ríos o los lagos eutróficos explotan a los ecosistemas terrestres. Porque los ecosistemas acuáticos no incrementan la propia organización con dicho flujo. En otras palabras, se echa de menos su capacidad de control de un proceso que materialmente parece asimilable a una explotación. Nos contentamos con decir que los ecosistemas periféricos ejercen cierta tensión sobre los ríos y sobre los lagos y la contaminación de los ríos y la eutrofización de los lagos son aspectos de la respuesta de los ecosistemas forzados. La tensión comporta un transporte horizontal condicionado por energía externa, y el hombre lo regula directa o indirectamente a través de más energía externa. Esta es la imagen más generalizable que se puede ofrecer de los procesos de contaminación y eutrofización cultural y da razón también de su efecto multiplicativo o de cascada (fig. 18-2). En efecto, todas las aguas corrientes, ríos, lagos, embalses y marismas costeras se relacionan entre sí según una pauta de dependencias relacionada con el flujo del agua. El sistema acuático entero expresa la tensión recibida por los ecosistemas terrestres de la cuenca que drena. El estado de las aguas epicontinentales de una región, consideradas en su conjunto, es la mejor expresión del estado de salud de los ecosistemas terrestres también. Todos los ecosistemas contaminados o eutrofizados son ecosistemas forzados, pero este concepto es más amplio que aquél, y conduce a consideraciones de interés científico más general.

El análisis del intercambio entre ecosistemas contiguos, a través de su frontera común, en términos de elementos y de energía química, no precisa definitivamente los conceptos, supuestamente intuitivos, de explotación y de forzamiento. Ceder energía en forma de compuestos químicos no quiere decir someterse a una explotación. Las plantas dominantes en el bosque

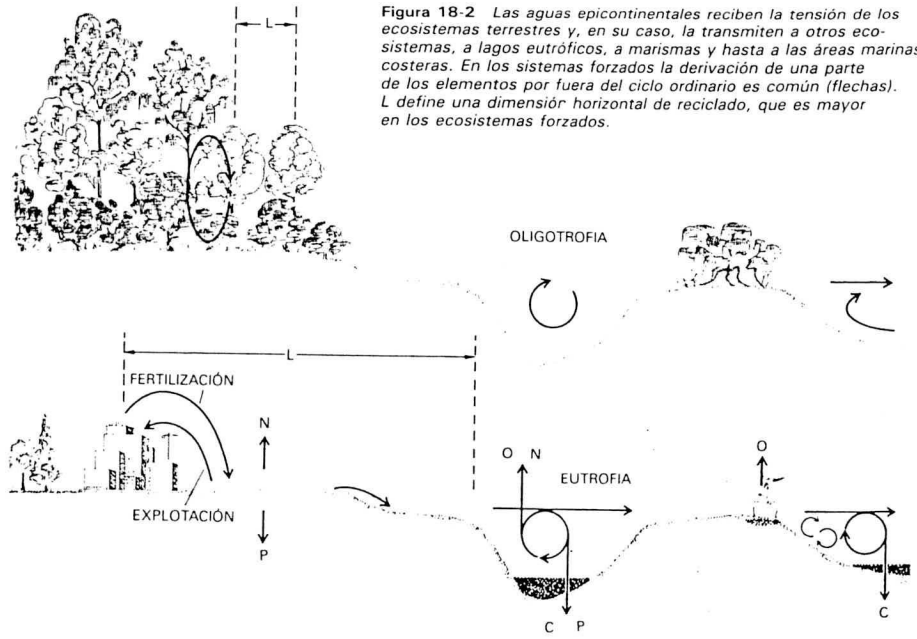


Figura 18-2 *Las aguas epicontinentales reciben la tensión de los ecosistemas terrestres y, en su caso, la transmiten a otros ecosistemas, a lagos eutróficos, a marismas y hasta a las áreas marinas costeras. En los sistemas forzados la derivación de una parte de los elementos por fuera del ciclo ordinario es común (flechas). L define una dimensión horizontal de reciclado, que es mayor en los ecosistemas forzados.*

caducifolio condicionan el aporte de materia orgánica al suelo y la nutrición de toda la comunidad edáfica; organismos que producen mudas con regularidad, o las algas que excretan una fracción de su producción primaria en forma soluble, condicionan a especies dependientes. Todo es cuestión de la persistencia de estructuras portadoras de información, relacionable a menudo con los espectros de diversidad biótica a ambos lados de la frontera: la información u organización adquiere primacía sobre la materia y la energía.

La ciencia económica ofrece analogías que pueden ayudar a clarificar algunas ideas. En la explotación más simple, tanto en ecología como en economía, el sistema explotado tiene una tasa de giro mayor y se ve privado de la posibilidad de acumular o capitalizar su exceso de producción, porque se lo quitan desde fuera. Otra cosa es la introducción de alimentos, cuya regularidad no puede controlar el que los recibe, o la introducción de materiales manufacturados, armas, o ciertos tipos de información, que más bien contribuyen a desestabilizar o a disminuir la previsibilidad de desarrollo local. Esta tensión puede ir asociada a una explotación normal. El turismo permite examinar diversas combinaciones de los diferentes fenómenos y procesos. La relación entre países desarrollados y países pobres incluye diversas modalidades de transporte, en sentidos opuestos. El resultado neto es que, aunque pudiera tenderse a un equilibrio en términos de materia y energía, el control pertenece a uno de los dos sistemas en juego, como explotador y forzador a la vez.

Un ecosistema con sus funciones internalizadas, tiende a la compartimentación progresiva, con nuevas distribuciones de flujos que conducen a una segregación de los reactantes y a un retardo de los ciclos, retardo que va asociado con la inmovilización de una fracción de los elementos circulantes, o a su desviación hacia el exterior. El funcionamiento normal de la biosfera genera fuerzas internas equiparables a una tensión, cuya aplicación constante se ha manifestado, por ejemplo, de forma que considerables cantidades de oxígeno y nitrógeno molecular han pasado a constituir o a completar la atmósfera, a la vez que se acumulaba una fracción equivalente de carbono reducido. En su respuesta a cualquier tensión, el comportamiento de los ecosistemas es más exagerado, en lo que se refiere al desvío de una parte de materiales al exterior, o a su inmovilización. Las consecuencias del «stress» son pues, comparables con la obesidad, o con deposición de materiales en las paredes de los vasos sanguíneos. Mientras que un ecosistema tiende a disminuir las tasas de renovación en los distintos compartimentos y más en unos que en otros; en un sistema forzado dichas tasas se aceleran en algunos compartimentos. Pero, en todos los casos, la desigualdad en los valores de las tasas de renovación en los distintos compartimentos sigue siendo una propiedad reguladora u homeostática, independientemente de si los compartimentos de tasa de renovación más lenta son los biológicamente muy activos (árboles, carnívoros) o son los más pasivos (monimolimnion, sedimento), diferencia que podría caracterizar, respectivamente, a los ecosistemas forzadores y a los forzados.

Diremos que un ecosistema está bajo tensión, cuando queda sometido a una constelación de fuerzas no totalmente habituales, a las que responde de manera que disminuye la desviación esperable a priori. Unos mecanismos homeostáticos son muy generales; pero otros pueden haber sido adquiridos durante el proceso de integración de aquel tipo particular de ecosistema. Puesto que las aguas epicontinentales están continuamente sometidas a tensiones, pueden contar con los organismos apropiados para una respuesta rápida. Se puede suponer que esto es más difícil que ocurra, por ejemplo, en los bosques tropicales y en relación con la acción humana, que estuvo ausente durante la integración de aquéllos. La elasticidad y capacidad de retorno de los ecosistemas de agua dulce se evidencia muy bien en la autodepuración de los ríos.

Con frecuencia se hace referencia a tensión o «stress» en relación con valores extremos de ciertas variables ambientales, como son la falta de agua, los inviernos muy fríos, etc. (capítulo 19). Se produce una desorganización del sistema, acelerándose el transporte por vía detrítica y, con frecuencia, la expulsión de una fracción de ciertos materiales. El mismo carácter catastrófico tiene el incendio de un bosque, que elimina nitrógeno combinado e insolubiliza fósforo, lo mismo que en cualquier sistema acuático forzado; pero el oxígeno y el carbono aparecen allí combinados y no segregados como en el proceso de diferenciación normal en un lago.

EUTROFIZACIÓN DE LAGOS

La eutrofia y la eutrofización de los lagos ha inspirado numerosas investigaciones y publicaciones [1, 3, 9, 40, 54, 66, 92, 93, 102]. Los términos eutrófico y oligotrófico fueron introducidos por Weber en 1907 para calificar aguazales o pantanos más o menos ricos en nutrimento, y luego extendidos a los lagos por Naumann (1919). Su uso inicial en sentido geográfico y con referencia al grado de turbiedad del agua [18] y abundancia

Tabla 18-1
Teoría del lago eutrófico.
Diferentes aspectos o elementos para una síntesis, con indicación de los capítulos y páginas donde se tratan.

I. Limnología regional. La ordenación según el eje oligotrofia-eutrofia (cap. 1, pág. 4). Características de lagos y embalses eutróficos de distintas regiones (cap. 15, págs. 673, 687; cap. 17, págs. 796, 816).

II. Organismos y comunidades característicos de lagos eutróficos.
- Fitoplancton. Límites de clorofila y producción primaria. Diversidad y especies indicadoras (cap. 8, págs. 277, 307, 317, 318; cap. 17, pág. 816).
- Zooplancton (cap. 9, págs. 388, 391).
- Perifiton, macrófitos; su importancia en el retorno de nutrientes del sedimento al agua (cap. 10, págs. 443, 455).
- Invertebrados bentónicos, organismos del bentos profundo como indicadores, parásitos (cap. 11, pág. 537).
- Peces y aves de lagos eutróficos, incidencia de los mismos sobre el ciclo de materiales (cap. 12, págs. 585, 590, 593).
- Alta densidad de bacterias y otros heterótrofos en lagos eutróficos (cap. 13, pág. 613).
- Sedimentos recientes de aguas muy productivas (cap. 20, pág. 933).

III. Un lago es un divertículo de un sistema fluvial (cap. 15, pág. 675) con un mecanismo de retardo y segregación, basado en la diferenciación de cierto número de compartimentos, en forma de estratos (cap. 2, pág. 16; cap. 6, pág. 186) o de grupos de organismos (cap. 6, pág. 181; cap. 14, pág. 651), en cada uno de los cuales las salidas dependen del contenido (cap. 14, pág. 649), de modo que se establece una jerarquía de persistencias o tiempos de renovación. Hay una diferenciación en los tiempos de residencia del agua (cap. 2, pág. 16), una diferenciación mayor en los tiempos de residencia de los nutrientes (cap. 3, pág. 67), todo ello intensificado por la formación de termoclina (cap. 4, pág. 94), por la meromixis (cap. 4, pág. 99) y por la diferenciación de un sedimento (cap. 20, págs. 929, 938) que actúa como almacén temporal o persistente de muchos materiales.

IV. La eutrofización es un estado de tensión que, de una parte, acelera los ciclos, determinando una desviación paralela en los cocientes entre pares de componentes relacionados y, por otra parte, evacúa una fracción del N y del O hacia la atmósfera y del C orgánico y del P hacia el sedimento. El ecosistema se desvía de su situación inicial menos de lo previsible, gracias a la operación de varios mecanismos de regulación. Entre ellos se cuentan:
- La producción primaria aumenta, pero sólo hasta un límite definido por la absorción de la luz por la propia clorofila. Gran parte de lo producido sigue la vía detrítica y una fracción importante de la materia orgánica producida pasa con bastante rapidez al sedimento.
- La reserva de oxígeno en el hipolimnion limita la cantidad de fósforo que se mineraliza y recicla.
- La concentración de fosfato en el agua depende de la solubilidad de los compuestos de Ca, Fe, que pueden formarse.
- En consecuencia, la eutrofización depende de la composición química básica de las aguas (cap. 3, pág. 68).
- El sedimento actúa como una trampa de fósforo. Una fracción importante del que entra en un lago queda retenido en el complejo de organismos y sedimento. En el sedimento se fosiliza definitivamente una parte del fósforo (cap. 20, pág. 940).
- Parte del fósforo del sedimento puede retornar al agua, cuando el agua en contacto con el sedimento es reductora. Esto es fácil en el caso de fosfato de hierro, pero el retorno es muy pequeño en el caso de otros fosfatos. La acción de los organismos (macrófitos, cap. 10; bioturbación, cap. 20) puede acelerar el retorno.
- La operación de los diversos mecanismos tiende a regular la concentración de fosfato por debajo de 1 μM.
- La persistencia de condiciones reductoras junto a un sedimento con una gran reserva de fósforo combinado con hierro, induce un retorno excesivo de fósforo que no llega a utilizarse y se va con el emisario.
- El nitrógeno inorgánico combinado se regula secundariamente. El exceso se desnitrifica; si el nitrógeno luego es limitante quedan favorecidas las cianofíceas que lo fijan.

evolución— en un gran número de compuestos que han podido ser utilizados en la defensa química de los organismos, muy principalmente en metabolitos secundarios de los vegetales. El depredador, después de adaptarse al tóxico en cuestión, ha transferido la función defensiva a un nivel trófico superior. Orugas de mariposas que se han adaptado a comer plantas tóxicas dan mariposas que, ellas mismas, son tóxicas o desagradables para las aves, por cuya condición gozan de una protección relativa.

En líneas generales se pueden distinguir varios grupos de contaminantes. Determinados elementos, principalmente metales, son esencialmente conservativos: se transfieren de unos a otros compartimentos, pero no se destruyen. Sus efectos dependen de su concentración y muy principalmente de la especie química en cuya forma se encuentran. Puesto que esta forma molecular cambia, frecuentemente por la acción de los mismos organismos, su toxicidad depende del funcionamiento del ecosistema. La movilidad de muchos metales depende del pH y del Eh del medio: en medios ácidos y a un potencial de reducción y oxidación bajo, se difunden más fácilmente. También contribuyen a su disponibilidad los queladores, de origen orgánico, pero no vivos, que mantienen baja su concentración y disponibilidad. Son más peligrosos los metales que forman fácilmente compuestos orgánicos, y el ejemplo más divulgado es el del mercurio, que forma compuestos metilados por la actividad orgánica en los sedimentos. Bajo otras configuraciones moleculares resulta mucho menos peligroso para los sistemas orgánicos.

Otros contaminantes consisten en moléculas orgánicas que finalmente se metabolizan en el ecosistema. Su solubilidad y sus tiempos de persistencia (tabla 18-2), que varían según las condiciones ambientales, son importantes en definir su peligrosidad. Puesto que las moléculas usadas cambian continuamente para mantener activa una guerra química, que es contrarrestada por un proceso de evolución adaptativa, la respuesta de los ecosistemas a las diversas formas de contaminación química constituye un amplísimo experimento de ecología y evolución. No es prudente que rebasen concentraciones de 20 pg l^{-1} en las aguas normales.

También hay otros factores de tensión, de origen externo al ecosistema, que se consideran como contaminantes: elementos e isótopos radiactivos, cambios de temperatura (y presión) y la introducción de nuevas especies, salvando barreras biogeográficas. Ordinariamente se piensa en bacterias y virus, pero organismos superiores pueden actuar igualmente como desestabilizadores. Y algunas veces a través de toxinas específicas, como muchas cianofíceas y *Prymnesium*.

Metales

Puesto que las aguas naturales son soluciones que tienden a un equilibrio, los metales pesados sólo pueden conducir a perturbaciones locales y sus efectos negativos son limitados, aún más transitorios en las aguas marinas que en las dulces. Ordinariamente acaban en el sedimento, donde su removilización puede depender de condiciones locales, comentadas principalmente a propósito de los metales del grupo del hierro (págs. 64, 69 y 619). Cuando el pH del agua que baña el sedimento desciende a valores entre 5 y 6, salen del sedimento Fe, Mn, Co, Zn, Al [76]; pero la solubilidad del Hg disminuye al aumentar la acidez. Tanto el mercurio como el estaño y el arsénico se presentan en formas metiladas, en relación con la actividad biológica [35].

El cobre se ha usado repetidamente para regular las poblaciones de cianofíceas y dinoflageladas (*Microcystis*, *Ceratium*, etc.) pero con frecuencia después vienen proliferaciones de euclorofíceas diversas. Los cambios en la forma en que se encuentra el cobre en solución, junto a las células, y las fracciones en que se distribuye [56] explican la aparente irregularidad de sus efectos. El tratamiento con sulfato de cobre para combatir las algas es esencialmente inefectivo en aguas alcalinas. El cobre se une a las membranas abandonadas por las células, que pueden tener efectos defensivos en organismos tales como las clorofíceas, y así se explica que el cobre sea más eficaz si la concentración de células es baja. Los efectos inhibidores ya se manifiestan desde concentraciones de cobre de 0,006 ppm (10^{-7} molar) y las concentraciones eficaces recomendadas contra cianofíceas son desde diez veces mayores.

El lago de Orta [5, 95, 104] ofrece un ejemplo impresionante de los efectos crónicos del cobre —y de la acidez— sobre un ecosistema lacustre. Dicho lago se halla en el norte de Italia, tiene 18,5 km^2 de superficie y 143 m de profundidad máxima. El agua era ligeramente alcalina, el fitoplancton normal estaba formado por *Cyclotella meloisiroides*, *C. compta*, *Dinobryon divergens*, *Asterionella formosa*, *Ceratium hirundinella*, con el zooplancton propio de un lago de sus características y extendiéndose la vida hasta gran profundidad. En 1927 una industria vecina descargó una gran cantidad de compuestos amoniacales de cobre, que se supone arruinaron el lago. En 1928 pescas de plancton mostraban la mayor parte del plancton dañado o en descomposición, pero con algunos organismos vivos, entre otros *Ceratium*, *Cyclotella*, *Melosira*, *Fragilaria*, *Diatoma* y hasta crustáceos como *Cyclops strenuus*, que algo tendrían que comer. Hacia 1930-38 se instala un sistema de recuperación de cobre en la industria, de manera que disminuye la entrada de cobre en el lago.

Aunque el caso atrajo pronto la atención de los limnólogos y se dispone de bastante información, hay algunas lagunas que dificultan presentar una visión coherente. El volumen del lago es de 1,3 km^3 y el flujo anual de 145 millones de m^3, es decir, el tiempo bruto de renovación del agua es de 9 años. A principios de la década de los 70, la concentración de cobre en el agua se evaluó entre 0,2 y 1 µg-átomo por litro, con muchas variaciones locales, concentración 10 o más veces mayor de la necesaria para producir consecuencias en los organismos. También se detectaron concentraciones elevadas de cromo y zinc. Corbella y Tonolli (1958) [5] encontraron hacia 1956 un notable enriquecimiento de cobre en los 3-5 cm superiores del sedimento. Suponiendo una concentración uniforme de cobre 10^{-6} molar, el lago contendría unas 70 toneladas de cobre y esta concentración se mantendría con unas 7 toneladas de aporte anual del metal. Sin embargo, en los últimos años, la carga anual se calculaba por parte de la industria contaminante en «solamente» 2500 kg de cobre.

El pH inicial entre 6,2 y 7, desciende a 4-4,8 y este es el pH que se mide durante la década de los 60, así como posteriormente en profundidad; aunque cerca de la superficie, en 1971-72 se dan valores de pH entre 5,4 y 7,7. La conductividad es baja, alrededor de 100 µS y la alcalinidad también pequeña, entre 0,2 y 0,5 meq l^{-1} y aun mucho menor en profundidad, con una concentración de 5,2-7 mg Ca l^{-1}. El lago era oligotrófico, pero en la década de los 60 se constata el agotamiento del oxígeno en el fondo; más adelante, en 1971, vuelve a ser poco eutrófico y la concentración de oxígeno no baja nunca de 5 ml l^{-1} a 50 m de profundidad. Los datos sobre la concentración de fósforo son un tanto irregulares y señalan valores bajos, generalmente entre 0,01 y 0,02 µM P l^{-1}. En comparación con estas cifras, las concentraciones de nitrógeno son muy altas quizá por introducción de compuestos amoniacales. Se miden concentraciones de nitrógeno combinado total entre 100 y 700 µM l^{-1}, con una fracción de amoniaco del mismo orden que la de nitrato. La concentración de silicio de más de 100 µM l^{-1} es bastante constante en estos límites altos, y poco movilizado por las diatomeas.

En condiciones muy desviadas de las normales persiste un ecosistema bastante complicado. El plancton de red sigue conteniendo *Asterionella*, *Fragilaria*, *Tabellaria* y *Ceratium*, pero en pequeña cantidad. Dominan en 1971-72: *Coccomyxa minor gallica*, *Lyngbya limnetica*, *Chlorella sp.*, flagelados muy diminutos y proliferaciones periódicas de *Microcystis* (agosto), *Scenedesmus armatus* y *Ankistrodesmus convolutus minutus*. *Lyngbya limnetica* era también muy numerosa hacia 1956, en cuya fecha se encontraban muchas *Synedra*, frecuentemente anormales, en el sedimento. Hasta 30 m se detecta en cantidad fitoplancton vivo.

El zooplancton, casi desde el principio, contenía *Hexarthra fennica*, *Brachionus calyciflorus*, y otros rotíferos, muchos de ellos de procedencia litoral, pero también *Keratella quadrata* y *Kellicottia longispina*. En el zooplancton se han citado, en los años después de la catástrofe, *Daphnia longispina*, *Bosmina coregoni*, *Cyclops strenuus* y otros ciclópidos, un zooplancton que recuerda al de un lago normal. Pero los *Coregonus* limnéticos han desaparecido.

El lago de Orta es un ejemplo de lago relativamente oligotrófico, forzado por una concentración de cobre (y de cromo, que se halla casi en igual concentración) en condiciones de acidificación. La producción no es mucho más baja, pero está basada en organismos de más corta vida, que quizá no facilitan su recolección adecuada por el zooplancton, que presenta una densidad menor. Puede sorprender que los cambios no hayan sido mayores. El elevado cociente N : P no ha favorecido precisamente a las cianofíceas fijadoras de nitrógeno. La baja disponibilidad de materia orgánica basta para explicar que la desnitrificación no sea más importante. La tensión ejercida sobre el lago ha conducido a una situación muy diferente de la eutrofización.

Alteraciones semejantes se atribuyen a la acidificación o a la presencia de metales, que pueden ir unidos, si la acidificación moviliza metales presentes. Por esta razón, la lluvia ácida preocupa, pero aunque su pH es bajo, la acidez que lleva al agua es pequeña. En fenómenos volcánicos y por oxidación de sulfuros se producen acidificaciones más intensas, así como también por la influencia de industrias y de ciertos procesos de minería [49] (oxidación de piritas, etc.). Los cambios introducidos en dos lagos de Ontario por la explotación de una mina de uranio son comparables a los cambios experimentados por el lago de Orta, aunque no se tienen datos sobre las concentraciones de metales. El pH baja de 7-8 a 5-6, se añade nitrato, sulfato y calcio, baja la concentración de HCO_3, de 6,5 a 0,5-2,3 mg l^{-1} (como en Orta), la concentración de fósforo apenas varía, entre 1 y 2 µM l^{-1}; pero la concentración de nitrato más nitrito pasa de 7-8 a 200-265 µM l^{-1}. En un lago no alterado se desarrolla un fitoplancton con *Cyclotella glomerata*, *C. bodanica*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata*, *Melosira italica*; *Dinobryon*, *Botryococcus*, *Ceratium*; *Gomphosphaeria* y proliferaciones de *Aphanizomenon*, es decir, parecido al antiguo lago de Orta. En los dos lagos

contaminados, el fitoplancton es más pobre, con *Chlamydomonas, Synedra ulna, S. pulchella, Tabellaria fenestrata, Eunotia pectinalis* y la cianofícea *Plectonema notatum* de la que, según Drouet, es sinónimo *Lyngbya limnetica*, y esta vez estoy dispuesto a creer que tiene razón. La diversidad del fitoplancton ha bajado como consecuencia de la contaminación. La semejanza con el lago de Orta es elocuente. Tensiones comparables provocadas por la misma combinación de cobre (0,3 μM l^{-1}) y acidez (pH 3,5-6,6) se han anotado en un lago de Karelia (Ryhänen, 1958), con *Ulothrix, Oscillatoria, Nitzschia, Tabellaria, Melosira*, etc.

El cadmio se ha usado experimentalmente para forzar ecosistemas. En un experimento con microcosmos terrestres [108] sometidos a una solución de cadmio (1,55 meq Cd en aproximadamente 1 dm^3 de tierra) se halló que los sistemas de menor complejidad funcional perdían más elementos (Ca) y reducían más su diversidad que los otros, supuestos más estables o resilientes. En experimentos con plancton de agua dulce, el Cd no afecta a las algas hasta por encima de concentraciones de 30 μg Cd l^{-1} (0,27 μM), pero desde concentraciones diez veces menores afecta seriamente al zooplancton y más a los rotíferos que a los crustáceos.

Determinados organismos muy resistentes se hallan en aguas contaminadas por metales y se han considerado como indicadores de los mismos. *Euglena mutabilis* sobrevive en aguas muy ácidas (pág. 893). *Pediastrum duplex* parece particularmente resistente al cobre. En ríos que reciben agua de instalaciones mineras siguen viviendo muchas especies [58]. Una lista de las más resistentes debería incluir, por lo menos: *Achnanthes affinis, Asterionella formosa, Calothrix braunii, Chlorococcum botryoides, Coelastrum, Ankistrodesmus, Cosmarium laeve, Cymbella naviculiformis, C. ventricosa, Lyngbya limnetica, Melosira varians*, varias especies de *Microspora, Microthamnion strictissimum, Navicula viridula, Neidium bisulcatum, Nitzschia palea, Pediastrum boryanum, Pediastrum duplex, Spirogyra varians, Stigeoclonium tenue, Symploca erecta, Tribonema*. Estos organismos se consideran particularmente resistentes al cobre, pero los más de ellos se encuentran también presentes en aguas contaminadas por otros metales, como Cr, Cd, Zn y Cr, añadiéndoles, a menudo, *Achromatium, Astasia, Batrachospermum, Closterium, Dunaliella, Euglena, Polytoma, Tetraspora, Thiospirillum*, etc. Algunos de estos organismos sobreviven también a dosis débiles de radiación, como *Dunaliella*, y se ha mencionado el caso de *Pseudomonas* creciendo en el agua de piscinas de instalaciones nucleares. Todos son organismos oportunistas y resistentes; y muestran cómo es posible reconstruir ecosistemas que funcionen en condiciones diversamente forzadas.

El estaño es el metal cuyo ciclo natural ha sido más profundamente afectado por el hombre; pero actualmente el plomo se está difundiendo enormemente a través de la atmósfera por su uso en forma de un compuesto orgánico, como antidetonante en la gasolina. Todos los ecosistemas muestran una carga excepcional de plomo, manifiesta principalmente en los tejidos de las plantas próximas a lugares con mayor tráfico, que contienen entre 10 y 50 veces la concentración de plomo normal en plantas de las mismas especies que crecen en lugares menos expuestos, y también en las capas más recientes de los sedimentos de lagos, glaciares, etc. Los huesos de los americanos actuales contienen unas 500 veces más plomo que los de los peruanos que vivieron hace 1800 años (Settle y Patterson, 1980).

El comportamiento de los isótopos radiactivos se ajusta al de los elementos en general y su concentración decrece a medida que se asciende por las redes tróficas (tabla 18-4), de cuya regularidad se pueden exceptuar los isótopos de elementos que juegan un papel fisiológico especial, como el iodo y, quizá, el cobalto. El cesio (^{137}Cs) tiene gran afinidad por las arcillas y se concentra en suelos y sedimentos, de los que puede salir en concentraciones elevadas bajo condiciones reductoras (pág. 788) [33, 36, 37]. Probablemente a través de arcillas ingeridas pasa, con un factor de enriquecimiento débil (2 a 4), a crustáceos del plancton y peces.

Moléculas orgánicas

Es muy elevado el número de compuestos orgánicos usados intencionadamente como biocidas o no, que alcanzan las aguas epicontinentales y dicho número aumenta continuamente. Hay numerosos libros [110] y revistas que tratan de su composición, efectos, transformación y persistencia en el agua *(Residue Review)*. En su forma primitiva o transformados quedan en el agua o en el sedimento (tabla 18-2) y se han publicado muchos datos sobre concentraciones en aguas naturales de sustancias pertenecientes a los diversos grupos. Es muy difícil cercionarse de su influencia real sobre los ecosistemas. Se reconoce la presencia de dichas moléculas orgánicas en los organismos acuáticos, pero apenas hay ejemplos de cambios experimentados por las comunidades naturales que se puedan atribuir indiscutiblemente a sus efectos.

Se han hecho muchos experimentos a base de estudiar el crecimiento de organismos selectos bajo distintas condiciones del biocida. Ciertos efectos no se pueden discernir a nivel de poblaciones unispecíficas, pero sí en cultivos mixtos, cuando alteran las condiciones de competencia y equilibrio entre distintas especies, como en el efecto manifestado por bifenilos policlorados y DDT sobre sistemas binarios con *Thalassiosira pseudonana* y *Dunaliella tertiolecta* [64].

El petróleo es un producto natural, que consiste en una mezcla de compuestos; hay charcos naturales de petróleo expuesto al aire, con microorganismos y larvas de insectos (el díptero efídrido *Psilopa*) que se alimentan de otros seres que mueren en el petróleo. Todas las aguas contienen en solución cierta fracción de hidrocarburos, procedentes de la actividad y descomposición de los organismos. La utilización del petróleo por el hombre empieza con su destilación y la segregación de los diversos componentes. Los componentes más volátiles, que tienen una difusión más fácil, tienden a ser también más tóxicos. Los efectos negativos del petróleo sobre los ecosistemas naturales se incrementan, pues, por la acción de los destilados. Cuando a la simple extracción de petróleo se une una industria petroquímica, la contaminación aumenta rápidamente, como se ha manifestado muy bien en la progresiva alteración de algunas características de las biotas del lago de Maracaibo, sujeto al mencionado proceso de desarrollo industrial.

En las aguas naturales se encuentran otros compuestos relativamente sencillos, como amoniaco, cianuro y fenoles, procedentes en parte de desagües industriales y que tienen toxicidad considerable. Moléculas orgánicas que proceden de la actividad de determinados organismos (principalmente actinomicetes y diatomeas) son causa de olores que inciden negativamente sobre la calidad del agua o en su aprecio.

Concentración y transferencia

Los factores de concentración iniciales para la mayoría de los elementos, incluyendo los isótopos radiactivos (tablas 18-3 y 18-4) son comparables a los de los nutrientes o aun menores; recordemos que el agua de lago contiene normalmente entre 5 y 50 μg de fósforo por litro y que, aproximadamente, el 1 por ciento del peso seco del plancton es fósforo. La concentración inicial de los hidrocarburos clorados es baja. Son poco solubles en agua, en el orden de 0,01 a 0,2 ppm (mg l^{-1}) y a estas concentraciones resultan tóxicos para los cladóceros; a concentraciones más bajas, de 0,005 a 0,05 mg l^{-1} son ya tóxicos para peces, causan la muerte de la mitad de los individuos de *Salmo* después de 48 horas de exposición. Muchas aguas epicontinentales en países desarrollados contienen entre 0,01 y 0,02 ppm de hidrocarburos clorados, incluso después de haber adoptado medidas restrictivas. En estas condiciones, se pueden encontrar entre 0,04 y 0,08 mg de DDT y sus derivados en un kg de plancton, pero no hay pruebas suficientes de que un aumento en la concentración de hidrocarburos clorados altere sensiblemente las condiciones de

Tabla 18-3
Concentración de algunos elementos en el agua del río Columbia y en organismos que representan tres niveles tróficos, en el mismo río [22]. Compárese con las tablas 3-10 y 14-2.

Elemento	Concentración en agua μg por l	Concentración en organismos, ppm, mg por kg de peso seco		
		Fitoplancton	Larvas de *Hydropsyche*, tricóptero	*Prosopium williamsoni*, pez
Na	2200	8000	3900	1650
Fe	13	19 200	2000	17
Zn	8	1310	260	13
Br	5,6	17,7	12,0	9,85
Cr	0,40	22,8	1,8	<0,11
Cs	0,35	2,11	0,22	0,08
Co	0,02	9,11	0,87	0,022
Sb	0,24	0,79	0,11	0,004
Rb	3,5	69	18	17
Se	0,2	1,77	1,2	1,25
K	1190	10 700	12 600	21 000

Tabla 18-4
Concentración media de algunos isótopos radiactivos en el agua y en organismos de diversos niveles tróficos de los Grandes Lagos del valle del San Lorenzo en 1972-73 [61, 109]. Los lagos están ordenados por eutrofia creciente. Las concentraciones de plutonio 239 en los organismos se expresan en fCi por kg de peso húmedo; la de los distintos elementos en el agua, en fCi por litro. Un curie (Ci) es igual a $3{,}7 \times 10^{10}$ becquerels (Bq) o desintegraciones o partículas emitidas por segundo, 1 fCi (femtocurie) = $3{,}7 \times 10^{-5}$ Bq.

Lago	Número de instalaciones nucleares en sus inmediaciones	En el agua			^{239}Pu en organismos, fCi kg^{-1}		
		^{90}Sr	^{137}Cs	^{239}Pu	Fitoplancton	Zooplancton	Peces
Superior	0	530	73	0,60	2520	400	4
Huron	3	980	42	0,61	2810	—	8-104
Ontario	4	1270	26	0,26	605	—	44
Michigan	7	825	46	0,71	4300	260-570	1-28
Erie	3	1060	20	0,20		85	2-40

producción de los ecosistemas acuáticos, ni la composición de sus poblaciones.

Los herbicidas, en general, pues su composición química puede ser muy diversa, son más solubles, su destrucción es más rápida que la de los insecticidas y su toxicidad para los animales suele ser entre 100 y 1000 veces menor. Un herbicida (DCMU) se usa en la investigación de la producción primaria, como inhibidor de la fotosíntesis; pero no hay ejemplos de perturbaciones importantes producidas por dichas sustancias en los ecosistemas acuáticos.

En su migración a lo largo de las vías metabólicas de los ecosistemas, los contaminantes específicos pueden aumentar o disminuir su concentración. Repetidas veces se ha escrito sobre el riesgo de que la concentración aumente en los niveles tróficos superiores, como si las cadenas alimentarias funcionaran al modo de mecanismos de acumulación. Esta opinión se apoya de una parte en el hecho bastante general de que los elementos tienden a concentrarse en los compartimentos de tasa de renovación más lenta y, por otra parte, en que muchos sistemas forzados, como el lago de Orta, tienen el nivel de los productores primarios perturbado, pero conservando valores razonables de producción, mientras que sus niveles tróficos superiores muestran una reducción exagerada de la biomasa, que se piensa podría ser consecuencia de la mortalidad resultante de la acumulación de contaminantes.

Los datos experimentales, sin embargo, muestran que, para la mayoría de los elementos, incluyendo sus isótopos radiactivos (tablas 18-3 y 18-4) la concentración disminuye a medida que se pasa de un nivel trófico al superior [93]. El aumento de concentración en los niveles tróficos superiores se da para pocos elementos, por ejemplo para el potasio (tabla 18-3) y para metales que forman compuestos orgánicos, tal el Hg (CH_3Hg^+, $C_6H_5Hg^-$, $CH_3OCH_2CH_2Hg^+$). En los peces marinos, la concentración de Hg aumenta con el tamaño y longevidad de los ejemplares y refleja también regularidades geográficas.

Por lo que se refiere a la mayor parte de los insecticidas, tienen afinidad por los lípidos y se concentran en las cadenas tróficas: Si la concentración de hidrocarburos clorados es de 0,04 a 0,1 ppm en el plancton, pasa a valores generalmente comprendidos entre 0,2 y 2 ppm para los invertebrados y varias veces mayores en los peces. Las concentraciones suelen ser aún más altas para los elementos de las comunidades bentónicas. Las concentraciones alcanzan de 1 a 10 ppm en las aves acuáticas que, sin embargo, pueden recibir contaminantes también por otras vías. Los insecticidas se acumulan preferentemente en el tejido adiposo y basta que los animales pierdan grasa para que los pesticidas se movilicen y puedan incidir sobre tejidos más sensibles. Como valor de referencia puede indicarse que en el tejido adiposo del hombre, en distintos países, en los últimos decenios, se medían concentraciones de DDT y sus derivados y equivalentes entre 4 y 20 ppm y que los valores medios en Estados Unidos, de 1970 a 1974, bajaron de 11 a 8.

Se tiene alguna información sobre las vías que sigue la destrucción de los contaminantes no persistentes, pero todavía no se puede decir en que medida su conservación depende de la organización interna de los ecosistemas, es decir, si los sistemas forzados favorecen o no la conservación y segregación de los biocidas.

AGUAS CORRIENTES

Hoy día, cualquier estudio de los ríos obliga a preocuparse de los temas de la contaminación y autodepuración de las aguas corrientes (pág. 758; tabla 18-5). Resulta cómodo y quizá es correcto comparar los problemas de los lagos con los de los ríos, substituyendo la noción de la carga de fósforo, considerado como el factor de tensión más importante en los lagos, por la carga de materia orgánica en los ríos. Esta materia orgánica se expresa comúnmente por la cantidad de oxígeno necesaria para oxidarla totalmente o por el oxígeno que se consume naturalmente durante un tiempo limitado (fig. 18-10). La mineralización de la materia orgánica sigue pautas dependientes de las características del río, de ordinario con desnitrificación, de forma que, al final, el agua queda enriquecida con minerales y nutrientes, entre ellos con un frecuente exceso de fósforo. Ello da origen a una eutrofización secundaria en el propio río o en las aguas detenidas donde desemboca.

Ordinariamente la concentración de los diversos materiales en el agua se relaciona con la intensidad del flujo. Elementos como el cloro, el sodio, etc., tienden a hallarse en concentraciones más bajas cuando el flujo es mayor, de manera que la cantidad total transportada de dichas sustancias varía menos que el flujo del río; otros elementos, como el nitrógeno en forma de compuestos inorgánicos, suelen aumentar con la intensidad del flujo.

Los dos componentes más estudiados son el oxígeno (figs. 18-10 y 18-11) y la materia orgánica. La penetración de oxígeno en un punto es función del déficit de oxígeno en el agua, de la velocidad del agua y de su profundidad. Se puede poner (ver tabla 18-5; U, velocidad según x)

$$\partial O/\partial t + U\,\partial O/\partial x = k_1 D - k_2 DBO$$

Tabla 18-5
Contaminación de aguas corrientes.
Diferentes aspectos o elementos para una síntesis, con indicación de los capítulos y páginas donde se tratan.

I. El río es un ecosistema continuo, con organización longitudinal regulada por la energía externa (cap. 2, pág. 21; cap. 16, pág. 712).

II. Las aguas corrientes reciben normalmente materia orgánica de los ecosistemas terrestres circundantes y son más o menos heterotróficas, carácter que se puede acentuar aguas abajo, o en ciertos segmentos. La vía detrítica tiene mucha importancia y la velocidad relativa de descomposición de los distintos tipos de materia orgánica recibida, principalmente hojas de plantas terrestres, puede dominar la biología de los cursos de agua (cap. 3, pág. 71; cap. 14, pág. 642; cap. 16, pág. 759).
La contaminación de los ríos por el hombre representa una amplificación de estos efectos. Tradicionalmente la polución se ha visto como un factor dominante en la vida de los ríos, y ha conducido a explicitar el uso de organismos indicadores de las distancias etapas del proceso de autodepuración (Kolkwitz y Marsson) (cap. 6, pág. 187; cap. 13, pág. 615; cap. 13, pág. 642; cap. 16, pág. 763).

III. Organismos y comunidades características de ríos más o menos contaminados.
El sistema de los saprobios (cap. 6, pág. 187; cap. 16, pág. 766).
Bacterias (cap. 13, pág. 613). Pigmentos de plantas (cap. 16, pág. 743).
Invertebrados. Distribución de insectos en relación con sus necesidades respiratorias (cap. 11, pág. 529).

IV. Los ríos conducen materia orgánica a lagos, embalses y marismas y, en cierto modo, transmiten la tensión de unos a otros ecosistemas.

V. Modelos.
Modelo general del cambio de individuos en una población N
$dN/dt = rN - V\,(dN/dx) + A\,(d^2N/dx^2)$ (cap. 16, pág. 724).
Déficit de saturación, aireación
$D_t = D_0 e^{-k_1 t}$, $k_1 = f\,(V, z)$
Demanda bioquímica de oxígeno (pág. 721)
$DBO_t = DBO_0 e^{-k_2 t}$, $k_2/k_1 \sim 1{,}25$

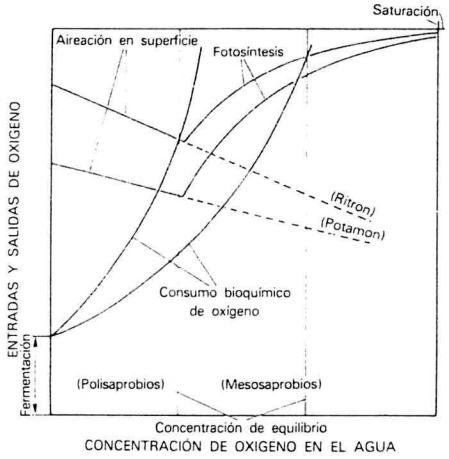


Figura 18-10 *Concentración de oxígeno en las aguas corrientes, considerado como un equilibrio entre las entradas (aireación en superficie + + fotosíntesis) y el consumo bioquímico dentro del agua. Cuando hay fotosíntesis, la dependencia de la luz hace que no exista un valor fijo de equilibrio, sino fluctuaciones de ritmo diario.*

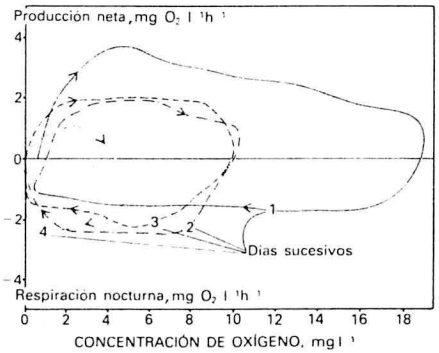


Figura 18-11 *Diagrama que muestra las concentraciones de oxígeno en días sucesivos en un modelo experimental de fosa séptica. La fotosíntesis y la respiración tienden a ajustarse alrededor de una concentración descendente del oxígeno disuelto en el agua. Con este descenso se asocia, en este caso, un incremento de* Paramecium *y* Brachionus. *Otros experimentos tienden a un balance positivo y a cierto aumento de la concentración de oxígeno. Según Uhlmann y Cramer* [100].

que es el punto de partida de posibles modelos particulares.

La concentración de materia orgánica a la salida de un segmento del río (M_s) se puede relacionar con su concentración a la entrada (M_e) por medio de una expresión análoga a la propuesta con relación al fósforo en los lagos (página 843)

$$M_e/M_s = 1 + (\text{descomposición/flujo})$$

Ambas fórmulas contienen sendos fundamentos de procesos de regulación. El acceso de oxígeno depende del déficit de saturación que es más o menos proporcional a la concentración de materia orgánica, de manera que la fracción de materia orgánica descompuesta depende de su concentración inicial, del mismo modo que la fracción de fósforo precipitado en un lago generalmente tiene correlación positiva con la carga. Se han propuesto modelos más detallados, pero su ajuste a cada situación requiere información muy minuciosa, porque hay numerosos factores difíciles de introducir directamente: forma y rugosidad del cauce, fracción de materia orgánica en disolución, o en forma de partículas detríticas, y su propensión a ser retenida sobre el fondo, lo cual, a su vez, depende del crecimiento de organismos o de detalles locales, como acumulación de ramaje, etc., la temperatura, la composición básica mineral del agua del río, y aun otros. Se reconoce gran importancia al factor de dilución de un vertido.

La transición más notable ocurre cuando se hace posible la respiración de organismos fotosintetizadores y éstos se desarrollan en masa, multiplicando el suministro de oxígeno. Prácticamente es el límite entre las comunidades polisaprobias y mesosaprobias. La tabla 16-9 enumera organismos usados como indicadores de contaminación; la tabla 18-6 es un complemento de aquélla, con una clasificación basada en principios poco diferentes (pág. 764).

En la literatura se encuentran referencias a organismos que sobreviven en condiciones asociadas a desagües de la industria de la celulosa, desagües ácidos de minas, hidrocarburos y productos de refinerías [21, 74], fenoles, destilerías de alcohol, detergentes, pesticidas y materiales más o menos inertes en suspensión [57, 58]; pero el repetir los nombres de los organismos mencionados en cada situación tiene poco objeto, ya que es insuficiente la base para aplicarles cualquier adjetivo. Sin embargo, ciertos nombres se repiten más que otros, como son los de *Navicula cryptocephala, Nitzschia palea, Stigeoclonium tenue*, diversas *Euglena, Scenedesmus, Ankistrodesmus* y volvocales (especialmente *Dunaliella* en aguas más o menos saladas) que son resistentes a muy diversos tipos

Tabla 18-6
Clasificación de algunos organismos vegetales, según el sistema de Fjerdingstad [34].

	Saprobiontes	Saprófilos	Saproxenos
Bacterias	*Thiospirillum violaceum* *Thiocystis violacea* *Thiopedia rosea* *Lamprocystis roseopersicina* *Chromatium okeni* *Chromatium vinosum* *Vannielia aggregata* *Achromobacter roseus* *Chlorobacterium aggregatum* *Chlorobium limicola* *Thiospira agilis* *Thiospira agilissima* *Thiovulum majus* *Thiovulum mülleri* *Zooglea ramigera* *Spirillum rugula* *Spirillum tenue* *Spirillum undula* *Spirillum volutans* *Azotobacter agilis* *Sphaerotilus natans* *Beggiatoa alba* *Beggiatoa minima* *Achromatium oxaliferum* *Thiothrix nivea* *Thiothrix tenuis* *Spirochaeta plicatilis*	*Lampropedia hyalina*	
Hongos	*Fusarium aquaeductum* *Leptomitus lacteus*		
Cianofíceas	*Oscillatoria brevis* *Oscillatoria chlorina* *Oscillatoria chalybea* *Oscillatoria formosa* *Oscillatoria lauterboni* *Oscillatoria minima* *Oscillatoria putrida* *Oscillatoria redekei* *Oscillatoria tenuis* *Oscillatoria terebriformis* *Spirulina jenneri* *Pseudanabaena catenata* *Anabaena constricta*	*Oscillatoria amphibia* *Oscillatoria curviceps* *Oscillatoria limosa* *Oscillatoria splendida* *Phormidium autumnale* *Phormidium favosum* *Phormidium foveolarum* *Phormidium molle* *Phormidium tenue* *Phormidium uncinatum* *Anabaena cylindrica* *Plectonema nostocorum*	*Aphanothece stagnina* *Phormidium retzii* *Phormidium papyraceum* *Phormidium subfuscum* *Phormidium inundatum* *Phormidium angustissimum*
Flagelados	*Bodo caudatus* *Bodo celer* *Bodo edax* *Bodo globosus* *Bodo minimus* *Bodo putrinus* *Cercobodo longicauda* *Anthophysa vegetans*		
Criptomonadales		*Cryptomonas erosa* *Cryptomonas ovata*	
Crisofíceas		*Synura uvella*	

Tabla 18-6
(Continuación)

	Saprobiontes	Saprófilos	Saprovenos
Diatomeas		*Melosira varians*	*Meridion circulare*
		Diatoma vulgare	
		Achnanthes minutissima	
		Navicula crytocephala	
		Navicula viridula	
		Gomphonema parvulum	
		Nitzschia palea	
		Hantzschia amphioxys	
		Bacillaria paxillifer	
		Cymatopleura solea	
Heterocontas			*Tribonema bombycinum*
			Tribonema minus
			Vaucheria sessilis
Clorofíceas	*Chlamydomonas debaryana*	*Chlamydomonas reinhardti*	*Ulothrix aequalis*
	Chlamydomonas ehrenbergi	*Gonium pectorale*	*Chaetophora elegans*
	Polytoma uvella	*Gonium sociale*	*Chaetophora incrassata*
	Spondylomorum quaternarium	*Pandorina morum*	*Draparnaldia glomerata*
	Pyrobotrys gracilis	*Eudorina elegans*	*Cladophora crispata*
	Chlorella pyrenoidosa	*Volvox aureus*	*Cladophora glomerata*
		Ulothrix subtilissima	*Rhizoclonium hieroglyphicum*
		Ulothrix tenerrima	*Hydrodictyon reticulatum*
		Ulothrix zonata	*Spirogyra crassa*
		Hormidium subtile	*Spirogyra fluviatilis*
		Enteromorpha intestinalis	*Spirogyra tenuissima*
		Stigeoclonium tenue	
		Microthamnion kuetzingianum	
		Coleochaete scutata	
		Cladophora fracta	
		Chlorella vulgaris	
		Spirogyra decimina	
		Spirogyra neglecta	
		Spirogyra varians	
		Closterium acerosum	
		Closterium leibleni	
		Closterium moniliferum	
		Cosmatium botrytis	
Euglenales	*Euglena viridis*	*Euglena acus*	
	Euglena spathirhyncha	*Euglena deses*	
		Euglena ehrenbergi	
		Euglena fusca	
		Euglena gracilis	
		Euglena intermedia	
		Euglena mutabilis	
		Euglena oxyuris	
		Euglena pisciformis	
		Euglena sanguinea	
		Euglena sociabilis	
		Euglena spirogyra	
		Euglena variabilis	
		Lepocinclis ovum	
Rodofíceas			*Bangia atropurpurea*
			Batrachospermum moniliforme
			Lemanea fluviatilis
			Hildenbrandia rivularis

de contaminación y, en el sistema de los saprobios, se colocan hacia la zona de los mesosaprobios. Son organismos que pueden medrar en un amplio espectro de condiciones, y, seguramente, cada nombre cubre numerosas cepas de características fisiológicas no coincidentes.

En la problemática del uso y contaminación de las aguas corrientes se incluye el aspecto sanitario, concerniente a la persistencia y aun a la multiplicación en las aguas contaminadas de bacterias patógenas (*Escherichia, Vibrio, Salmonella*, etcétera), virus relacionados con parálisis, meningitis, hepatitis, gastroenteritis, afecciones respiratorias, y aun de vehículos de parásitos (gasterópodos, larvas de dípteros). El problema aparece en toda clase de aguas y no se conoce el significado que los microorganismos patógenos para el hombre pueden tener en el mantenimiento y dinámica de los ecosistemas.

Los ríos llevan contaminantes, externos o generados en el agua, y aun microorganismos a otros ecosistemas. La introducción de agua con materia orgánica en acuíferos subterráneos puede favorecer indirectamente la multiplicación de microorganismos potencialmente patógenos, o bien, si atraviesan capas con sulfatos, el desarrollo de reductores que introducen SH_2 en el agua, lo cual no es deseable o, por lo menos, rebaja la calidad del agua. En este sentido son especialmente peligrosos los vertidos de basuras sobre macizos cársticos, o en depresiones de terrenos menos permeables, pero que han sido excavados hasta la capa freática.

La expulsión de las aguas residuales, o de ríos contaminados, al océano, sin tratamiento o con un tratamiento sencillo, a través de emisarios submarinos, se acepta y aun se justifica en muchas situaciones [7, 68]. Ecológicamente parece correcto diluir un exceso de material orgánico, potencialmente fertilizante, en un ecosistema de

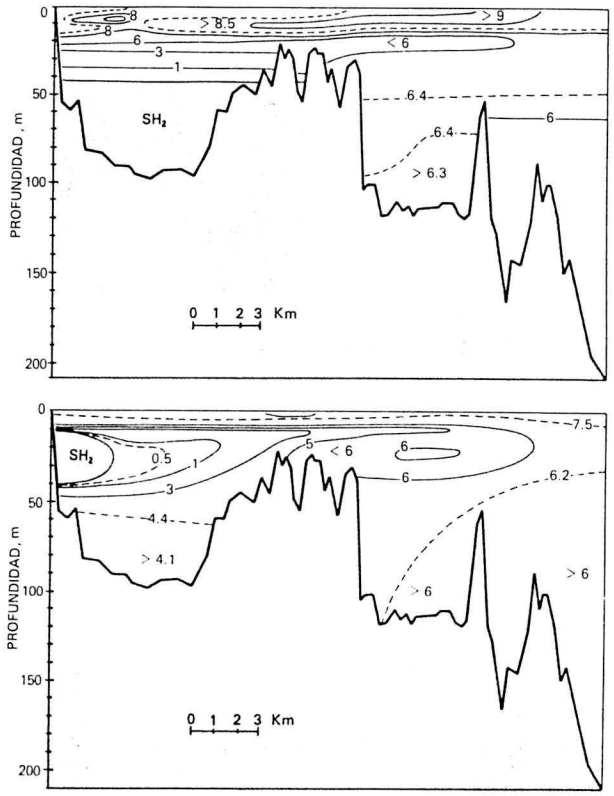


Figura 18-12 *Secciones del fiordo Frier-Langesundsbukta, Noruega, con las concentraciones de oxígeno el 12 a 14 de marzo de 1974, arriba, y el 23 al 24 abril 1974, abajo. En semejante tipo de aguas se pueden observar cambios importantes sobre breves periodos de tiempo, con riesgo de anoxia. Según Molvoer y Magnusson* [63].

producción primaria baja, que lo es fundamentalmente por limitación de nutrientes. Las consideraciones en contra se dirigen especialmente a la presencia de metales pesados u otros contaminantes industriales, y de organismos potencialmente patógenos. También se objeta a la degradación estética de las playas, en las que resulta particularmente peligrosa la contaminación del agua intersticial, cuya difusión es lenta, especialmente en mares sin mareas, y que funciona como una reserva o almacén de microorganismos. El conocimiento de las condiciones locales de difusión en torno a la pluma del vertido puede ayudar a elegir la posición más adecuada de los emisarios, que deberán estar lo suficientemente por debajo de la termoclina estival, como para evitar las rompientes de sus ondas internas junto al declive de la costa. La inyección del agua dulce en profundidad genera un moderado afloramiento que contribuye a la dispersión de los materiales y a la fertilización local del área. Los materiales más densos se extienden en forma de delantal, a la salida del emisario, y son colonizados por mesosaprobios marinos y por una fauna característica detritívora (*Capitella*, etc.). Para evitar un consumo excesivo de oxígeno en un estrato de poco espesor, es mejor que la zona donde se desparraman los sedimentos sea en declive convexo suficiente, y no es aconsejable usar para ello cañones submarinos, donde los cambios ecológicos pueden ser de mayor alcance e imprevisibles.

Los vertidos deben proscribirse en estuarios, fiordos y rías, donde, en función del régimen hidráulico, pueden determinar un consumo excesivo de oxígeno en estratos determinados (figura 18-12).

Tanto en los conos costeros de sedimentos, como en los sedimentos de los lagos y ríos se constata generalmente un aumento en la concentración de metales pesados, que vienen principalmente de desagües industriales y de los compuestos de plomo procedentes de la combustión de la gasolina. En el equilibrio normal de las aguas, los compuestos de dichos metales son poco solubles. A lo largo de los ríos se puede dar cierta segregación pues, aparte de divergencias locales en la composición de los vertidos, se presentan efectos de movilización local y de reprecipitación aguas abajo. Se podría ver aquí un proceso comparable a una cromatografía, en el que el agua del río, actuando como solvente, conduce a una segregación lineal de distintos compuestos en el sedimento. Sin embargo, los ejemplos más o menos bien estudiados, como son los sedimentos de los ríos europeos, no muestran gran regularidad. Simplemente manifiestan el enriquecimiento en metales de las áreas industrializadas (fig. 18-13). En realidad, el espectro de metales presentes en el sedimento de los ríos de un país, es el mejor indicador del grado de industrialización del área. La diversidad de metales se relaciona con el grado de diversificación industrial.

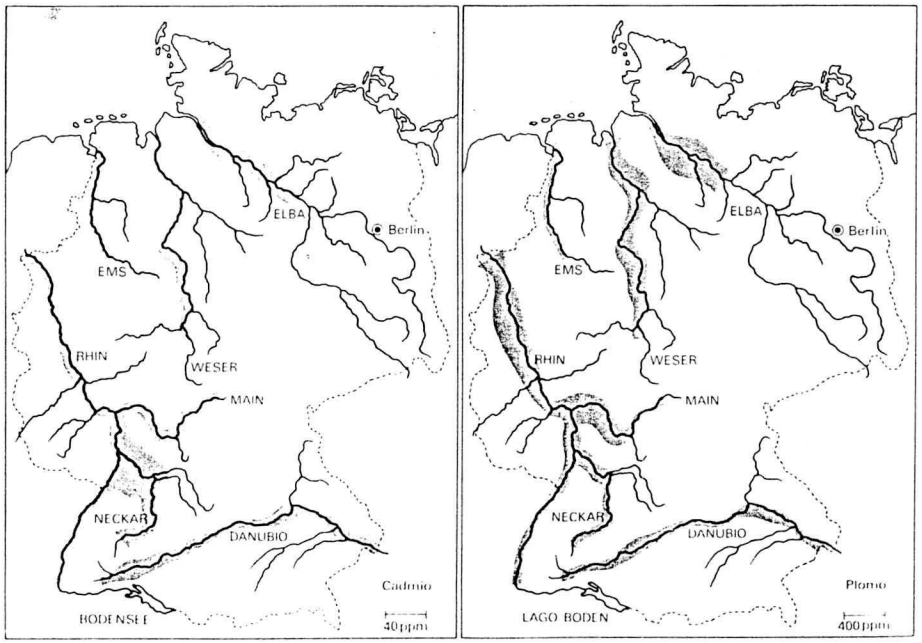


Figura 18-13 *Contenidos de cadmio y plomo, en partes por millón, en la fracción de arcilla de los sedimentos de ríos importantes de la República Federal Alemana. Según K. Banat, U. Förstner, G. Müller* (Naturwiss., *59:525, 1972).*

Las aguas residuales tienen frecuentemente una temperatura más alta que la de los ríos naturales, por mezcla con agua caliente doméstica, efecto de la temperatura del microclima de las ciudades y, a veces, por la mezcla con agua que se ha utilizado en la refrigeración de plantas productoras de energía. Es indeseable una productividad alta en las instalaciones de refrigeración, porque estimula el desarrollo de adherencias orgánicas, que reducen la eficiencia al disminuir la turbulencia junto a las superficies de cambio de calor y pueden acelerar la corrosión.

La combinación de aguas residuales y de desagües calientes al mar se podría utilizar para organizar sistemas muy productivos o, por lo menos, para facilitar la desecación de barros residuales de la depuración. La temperatura alta intensifica la respiración y favorece la desnitrificación por lo que, como consecuencia final, no es raro que favorezca el desarrollo de cianofíceas.

La distribución de algunas características sinópticas de los ecosistemas acuáticos, a lo largo de los ríos y en función de la contaminación, puede ayudar a reconocer las conexiones entre el estado actual y un pasado inmediato, como son los pigmentos vegetales presentes en el seston y en el sedimento (fig. 16-19). La diversidad ha sido propuesta una y otra vez como indicadora de contaminación (pág. 178). Las contaminaciones orgánica, química y térmica deprimen la diversidad de las comunidades, no sólo porque eliminan muchas especies menos resistentes, sino también por el dinamismo más intenso de las comunidades forzadas que, de ordinario, son muy fluctuantes. Pero es difícil formular reglas generales, porque las relaciones dependen de los grupos elegidos para medir la diversidad, o bien de si se usan diversidades puntuales o espectros de diversidad.

Las relaciones de tensión entre ecosistemas plantean el estudio de las diversidades comparadas entre el ecosistema forzador y el forzado. En el caso de explotación simple, la diversidad es mayor en el sistema explotador, pues toda explotación suele llevar al resultado de substituir individuos de especies raras por individuos de especies que ya eran comunes. Las aguas corrientes ofrecen ejemplos de estas y de otras relaciones, y éste puede ser el lugar de introducir

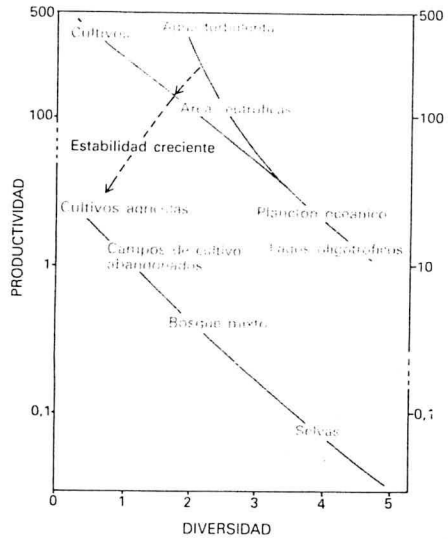


Figura 18-14 *Relaciones aproximadas entre la productividad (producción primaria anual por biomasa total) y la diversidad, en varios ecosistemas, muy idealizado. La escala de productividad está cortada diagonalmente. Los ecosistemas explotados o bajo tensión quedan en el ángulo superior izquierdo. Los sistemas de alto dinamismo tienen baja diversidad, pero las relaciones son diferentes según la estructura de los ecosistemas.*

nuevas consideraciones que complementan otros comentarios en torno al concepto de diversidad (pág. 302).

Las comunidades tienden a una diversidad máxima, algo más de 5 bits en la forma corriente de hacer las determinaciones, que se da cuando la tasa de renovación tiende a cero ($P/B \to 0$). Cuando la tasa de renovación de la población se acelera, la diversidad disminuye (fig. 18-14). De manera aproximada se puede poner, designando como K al límite superior de la diversidad ($\sim 5{,}5$ bits) y H a la diversidad real,

$$K - H \sim \log ([P/B] + 1)$$

Si consideramos dos compartimentos contiguos, a y b y hacemos $P/B = (P/R) \cdot (R/B)$

$$K - H \sim \log (|P/R| \; |R/B + R/P|)$$

$$K \sim H_a + \log (P_a/R_a) + \log (R_a/B_a + R_a/P_a)$$

$$K \sim H_b + \log (P_b/R_b) + \log (R_b/B_b + R_b/P_b)$$

Cuando dos sistemas están conectados y uno de ellos exporta materia orgánica al otro, sus valores respectivos P/R son complementarios y más diferentes que los últimos términos en las ecuaciones precedentes. Para que ambos subsistemas se hallen en equilibrio, se ha de suponer que la diversidad será menor en el subsistema con el cociente P/R más alto, o sea el caracterizado por el predominio de autótrofos. En el sistema heterotrófico acoplado, con exceso de respiración, la diversidad puede ser alta (lagos distróficos) o más bien baja (lagos eutróficos, ríos contaminados), pero la persistencia será alta en el primer caso. Estas consideraciones hacen ver que no existe oposición sustancial entre datos empíricos sobre la diversidad en sistemas acoplados y ciertas construcciones conceptuales.

REFORMULACIÓN DE PROBLEMAS PRÁCTICOS

El hombre explota y fuerza los ecosistemas de su entorno (fig. 18-2). La respuesta es previsible en sus líneas generales, y ambivalente. De una parte se da un aumento de la productividad y de la tasa de renovación; de otra parte se presentan características de retardo que disuaden de continuar el uso. Las consecuencias de la eutrofización y de la contaminación tienen este carácter de freno, que se puede interpretar como otro aspecto del comportamiento homeostático de la biosfera. Evidentemente no es posible forzar los ecosistemas más allá de cierto punto; su manejo óptimo pide un conocimiento mínimo.

Se puede hacer referencia a temas ya tocados e introducir algunos comentarios nuevos, dentro de tres secciones, que se pueden titular: diagnosis, terapia y profilaxis. Este lenguaje médico es oportuno también en relación con la terapia o tratamiento, donde caben diversas actitudes: tratar solamente los síntomas, preocuparse por la enfermedad del ecosistema, o aun por el enfermo concreto, por las características particulares de cada lago o río forzado. Todo esto no excluye creer en la magia de los modelos matemáticos complicados [32, 62, 74], o en las oficinas de la administración. Estas últimas plantean, a su vez, una problemática especial en la interfase entre diagnóstico y tratamiento, que concierne a los criterios de decisión.

Diagnosis y vigilancia

El concepto de eutrofia y especialmente el de contaminación corresponden a una percepción humana de la calidad del ambiente, pero no es difícil ponerlos de acuerdo con variables limnológicas que se pueden medir con más rigor.

Ordinariamente se seleccionarán cierto número de variables de control y vigilancia. Conocimientos que se poseen acerca de las relaciones mutuas en redes de variables (fig. 3-10) pueden ayudar a elegir las más convenientes, entre aquellas que sean de medición más fácil y con menos error y estén más altamente correlacionadas con el mayor número posible de otras variables importantes. Muchas veces tendrá que introducirse el criterio de preferir aquellas variables que se pueden medir de manera automática y continua. Una red de variables cuyas relaciones mutuas expresen nuevas variables intensivas, como, por ejemplo, número de células, clorofila y producción primaria en el fitoplancton, se podrá substituir ventajosamente por una red análoga, pero utilizando variables diferentes y de medición automática, como, por ejemplo, en este caso, contador óptico o electrónico de partículas, medida de la fluorescencia y medida de la producción por variaciones de oxígeno o por comparación de la fluorescencia entre agua no tratada y agua en la que se ha inhibido la fotosíntesis. Puede haber dudas en la correspondencia entre las valoraciones de clorofila tal como las suele hacer el limnólogo y una simple medida de la fluorescencia —criticable también en aguas sucias, porque hay muchos contaminantes que son fluorescentes—, pero las dudas serán menores cuando no se comparan simples variables, sino relaciones entre conjuntos de variables.

En varios lugares nos hemos referido a los organismos indicadores [34, 47, 58] (figs. 18-15 y 18-16). El papel del fósforo en la eutrofización de los lagos fue ilustrado muy convincentemente (E. Thomas) enseñando el crecimiento de las algas en matraces llenos de agua de distintas procedencias y enriquecidas con fósforo. En el análisis biológico de los ríos se han usado los portaobjetos o piezas de plástico sumergidas en el agua, para examinar luego el tipo de material que sobre los mismos se deposita. Patrick y colaboradores han usado el método con asiduidad e incluso han inventado el nombre algo pedante de diatómetro para el soporte de las placas. Si se cree disponer de especies cultivables que responden a la definición o al ideal de organismo mesosaprobio o polisaprobio, se puede examinar su grado de desarrollo en el agua problema, filtrada o sin filtrar y deducir de la respuesta la calificación más apropiada para el agua en cuestión.

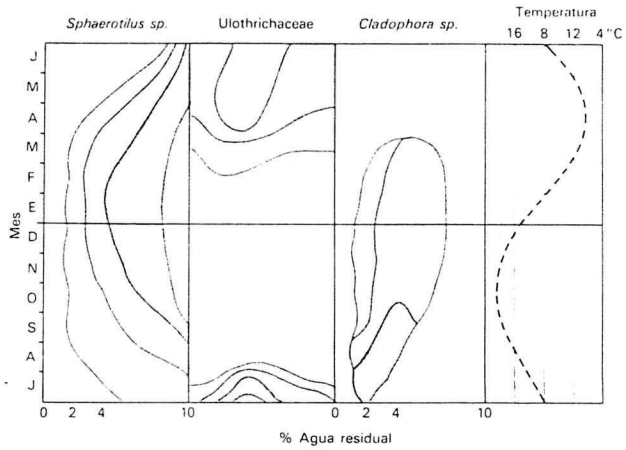


Figura 18-15 *Distribución de diversos microfitos en un gradiente de contaminación, definido por proporciones crecientes de agua de cloaca, procedente de la ciudad de Zürich y con una DBO_5 de 90 a 150 mg O l $^{-1}$. Flujo de 8 l s $^{-1}$, poblaciones desarrolladas debajo del vertido con el agua diluida. Observaciones repetidas a lo largo del año, bajo diferentes temperaturas. Según E. Eichelberger* (Schweiz. Z. Hydrol., *37:21-34, 1975*).

Escherichia coli requeriría un medio polisaprobio, ciertas cepas de *Scenedesmus* corresponderían al medio mesosaprobio [83]. Actualmente está de moda el uso de *Selenastrum capricornutum* como reactivo biológico de usos múltiples (Skulberg, edit., 1978). La velocidad de desarrollo y la biomasa producida indican la reserva de nutrimento en un agua y la falta de desarrollo puede señalar la presencia de inhibidores específicos (metales, etc.). Todos estos experimentos requieren ser comparados con la marcha de cultivos en medios conocidos. Los experimentos pueden hacerse en cultivos discontinuos, en matraces, o bien exponiendo a los organismos prueba dentro de cámaras con paredes permeables al nutrimento disuelto en el agua a estudiar. *S. capricornutum* se comporta como oligosaprobio-mesosaprobio. Entre otros organismos utilizados para ensayos, dentro de bolsas de plástico con paredes perforadas y tubos de cristal cerrados por filtros de ésteres de celulosa, se cuentan otras clorofíceas de los géneros *Chlorella, Scenedesmus* y *Cladophora (Pithophora)*. Para análisis biológicos y toxicológicos se han utilizado frecuentemente animales, como *Daphnia* y los peces *Salmo* y *Phoxinus* [57, 112]. La crítica más importante que puede hacerse al uso de pruebas biológicas, basadas en cepas determinadas, es la inconstancia de las poblaciones y su adaptación bastante rápida a nuevas condiciones ambientales, incluyendo la presencia de sustancias que, al principio, eran consideradas tóxicas.

No sólo la presencia de ciertas especies o el grado de desarrollo de las poblaciones son indicadoras, sino también la forma de los individuos. Tonolli y Vollenweider [95] señalan una gran proporción de ejemplares monstruosos de *Synedra acus* en el lago de Orta, contaminado con cobre. Se ha señalado el tamaño particularmente pequeño de algunas clorofíceas (*Actinastrum, Pediastrum, Scenedesmus*) en aguas polutas, respuesta parecida a la que se da frente a temperaturas altas y a aguas eutróficas. Las formas de crecimiento de *Sphaerotilus natans* y de otras bacterias son función de las características del medio y, en este sentido, tienen valor indicador.

Decisión

La información limnológica general, más los datos suplementarios proporcionados por técnicas de seguimiento más especializadas como las que se acaban de mencionar, ha de contribuir a modificar la acción humana sobre los ecosistemas. Esta respuesta puede decidirse con referencia a cierta variable clave o guía, como puede ser la concentración de fósforo en un lago o la DBO en un río. En virtud de los valores alcanzados por esta variable, pueden proponerse determinadas decisiones, desde adecuar el funcio-

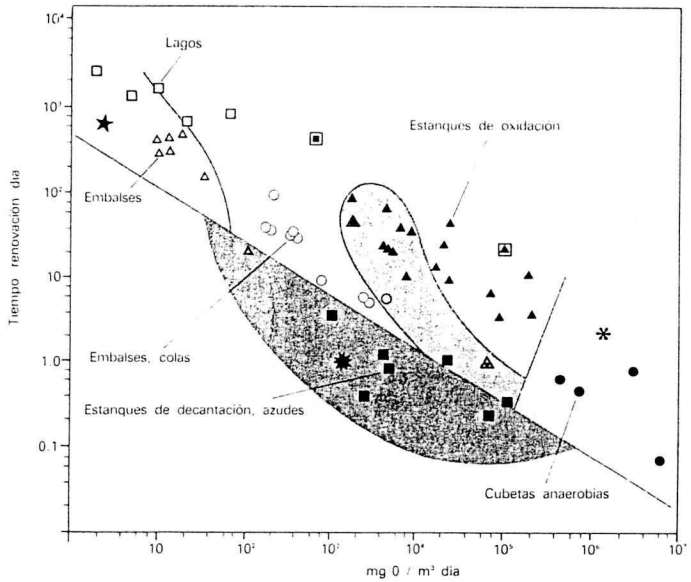


Figura 18-16 *Relación entre la carga de materia orgánica, la velocidad de renovación y las características del plancton que se desarrolla en el agua. Carga de materia orgánica expresada en oxígeno, como la suma de la DBO_5 y del consumo de permanganato, en abscisas. Tiempo medio de residencia, en días, sobre las ordenadas. Sobre el gráfico se sitúan diversos ejemplos reales: círculos llenos, cubetas anaerobias que preceden a estanques de oxidación; triángulos, estanques de oxidación y acuarios experimentales; cuadrados llenos, estanques de decantación anteriores a embalses, azudes; círculos blancos, embalses y estanques próximos a ríos; triángulos vacíos, embalses; cuadrados vacíos, lagos. Los distintos ejemplos se han agrupado en cierto número de áreas caracterizadas por los grupos dominantes; tanto el escaso nutrimento como el flujo excesivo conducen a un pobre desarrollo del plancton. Según Uhlmann* [97].

namiento de las instalaciones de depuración hasta proponer la prohibición total de los vertidos. Desde el punto de vista de la administración, parece como si bastantes problemas ambientales consistieran simplemente en encontrar el valor de una variable, de control o de vigilancia, en el ecosistema o en el medio, que conviene que no sea rebasada. Este límite se adopta en la legislación o en los reglamentos. Por ejemplo, la carga de fosfato, en nuestro caso no puede exceder de cierto valor que se especifica, so pena de caer en una zona de peligro. La ley pretende hacer una clasificación de las situaciones, según que queden a uno o a otro lado de cierto valor, y de acuerdo con el lado al que queden, la acción que deberá emprenderse será diversa. Al limnólogo se le pedirá, por ejemplo, que proponga un límite en relación con una sola variable, como por ejemplo, la concentración permitida de fósforo en un lago —o de metal en un afluente—. Se pretende, a veces de manera explícita, que ciertos valores en las entradas se pueden considerar innocuos, o bien que se puede señalar una zona de precaución y peligro, entre un área de estabilidad, cualquiera que sea el significado que se dé a esta palabra, y una zona donde puede ocurrir una catástrofe. La respuesta más simple, como en nuestro caso del fósforo, es que es imposible reconocer una discontinuidad, pues la relación entre las entradas o causas y las salidas o efectos, depende de muchas variables. En realidad nos encontramos ante una función complicada que ha de describir un mecanismo complejo y sólo parcialmente explorado. Posiblemente la relación no es expresable, tanto por ser siempre algo incierta, como por la simple razón que no es posible convertir la legislación en un tratado de ecología, lo cual es especialmente pertinente en el sistema de la regulación de la eutrofización, a través del fósforo, que estamos considerando.

El limnólogo, en este caso, debe entender que la legislación ha de incluir alguna referencia cuantitativa y se le puede convencer que la proponga. El limnólogo desea asegurarse y aquí aparece otra dificultad. El limnólogo se puede situar en el papel de un ingeniero que construye un puente, y que va a adoptar un elevado factor de seguridad. De esta forma se podría sugerir un límite varias veces más bajo que el razonable, suponiendo que, aunque todos los otros factores vayan en contra, probablemente no saldremos de la zona de seguridad. Ahora bien, adoptando factores de seguridad como se usan habitualmente en la construcción de puentes y edificios apenas podríamos modificar la naturaleza. Hay que reconocer que los problemas ambientales son de tal índole que no permiten adoptar factores de seguridad altos, sino, por el contrario, muy pequeños, más bien parecidos a los que los mismos ingenieros utilizan en la construcción de grandes aviones o de instalaciones nucleares. Pero en ecología aplicada, a pesar de que se aceptan factores de seguridad muy bajos como cosa normal y quizá inevitable, la ciencia y la tecnología que se aplican al llevar a la práctica las recomendaciones, en general distan mucho de ser relativamente tan avanzadas. Hay el caso de centrales productores de energía nuclear, en las que se han tenido presentes las recomendaciones de acuerdo con el estado más avanzado de la técnica; pero cuyo entorno natural ha sido totalmente descuidado, hasta el punto de infravalorar groseramente la carga térmica sobre las aguas naturales que utilizan para evacuar el calor. La existencia de estos contrastes atestigua deficiencias fundamentales en el enfoque global del problema.

Tratamiento

La depuración del agua consiste en acelerar o intensificar los procesos naturales de retorno de los sistemas forzados [15, 96, 97, 98,100]. Se facilita la mineralización de la materia orgánica aumentando la disponibilidad de oxígeno y la separación de elementos clave en precipitados que sedimentan (fig. 16-29). Si el agua se desliza sobre una amplia superficie formando una película delgada, tanto el acceso de oxígeno como la persistencia de comunidades se asemejan a los ecosistemas higropétricos. Este procedimiento se reserva para aguas muy ricas en materia orgánica, con una DBO de 100 a 150 mg O_2. Si se acelera la descomposición de materia orgánica por inyección de aire, se suele acompañar con la precipitación de materiales en suspensión por medio de algún coagulante inerte desde el punto de vista biológico, como $Al_2(SO_4)_3$, que reacciona con el $Ca(HCO_3)_2$ o el $CaCO_3$ del agua para dar $Al(OH)_3$ que forma copos voluminosos si el pH es apropiado. Fe Cl_3, Fe SO_4, y $CaCO_3$ en agua de poca alcalinidad, separan e inmovilizan el fósforo. El material coagulado se deja reposar y se retira, pero parte del material, que contiene muchos microorganismos, se deja en el sistema o se retorna a él, como inseminante a la entrada. Existen numerosas variantes técnicas de este procedimiento, que pretende rebajar la DBO_5 al 10 % de su valor inicial. Los organismos presentes dependen de otras características del agua y afectan a la floculación y clarificación. Al final suele añadirse cloro al agua como bactericida; el cloro forma compuestos con amonio y otras substancias que a veces dan sabor desagradable al agua y en parte se oxidan y destruyen con más cloro.

El destino de los elementos limitantes es de la mayor importancia. En condiciones anóxicas (digestión anaerobia) hay desnitrificación; pero los compuestos amoniacales que quedan se oxi-

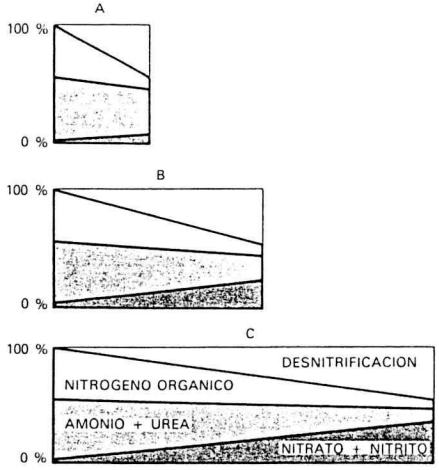


Figura 18-17 *Pérdida de nitrógeno o cambio de la composición del nitrógeno orgánico e inorgánico, como consecuencia de la operación de procedimientos biológicos de depuración. La dimensión horizontal de las figuras es proporcional al tiempo. Los diversos procedimientos actúan con distinta rapidez, pero conducen a una pérdida de nitrógeno semejante. A, método de Zigerli; B, sistema goteante con aireación forzada; C, tratamiento total. Según Zehender* [113].

dan luego fácilmente [15, 113]. Si no hay separación avanzada del fósforo, la falta de nitrógeno favorece selectivamente a las cianofíceas. La composición biológicamente equilibrada del agua a depurar facilita el proceso, y se puede conseguir mezclando distintos vertidos en las proporciones apropiadas. De otra manera se pueden tener proliferaciones secundarias más tarde. Diversos contaminantes químicos pueden entorpecer el proceso.

Desde antiguo se han usado filtros para clarificar el agua, pero requieren una extensión de la que raramente se dispone. La película de organismos encima de la arena, bien iluminada, es muy efectiva en la remoción de nutrientes. Si la película orgánica es muy gruesa, o también en conductos por debajo de los filtros, se pueden originar condiciones reductoras que no favorecen la calidad del agua. Igualmente efectivo es hacer circular el agua a través de un suelo rico en vegetación.

Lo ideal es que los materiales sólidos del agua queden en forma de barros estables, es decir, que no contienen organismos patógenos ni dan mal olor y que cambian lentamente en un proceso de humificación, es decir, con destrucción y desaparición de la materia orgánica más lábil [45].

Los tratamientos adoptados no se pueden incorporar en una rutina muy rígida. El uso de coagulantes ofrece un ejemplo apropiado. Puede ser correcto utilizar una dosis elevada, para cubrir casi todas las eventualidades, pero es más económico y preserva mejor la calidad del agua si se añaden no más que en la cantidad necesaria, lo cual, a su vez, requiere cierto control mínimo seguido de la calidad del agua.

Combatir síntomas concretos se justifica, frecuentemente, como una solución de urgencia, pero a veces no hace más que retardar el remedio. Ejemplos: El desarrollo de masas de algas se ha combatido con sulfato de cobre, que se usó, por ejemplo, en los lagos de Wisconsin entre 1920 y 1960, primero en el Monona, luego en el Waubesa, y algunos años se echaron más de 20 toneladas de cobre, lo cual puede compararse con los estragos causados en el lago de Orta. La eficacia fue menor en Wisconsin, pues en agua de reserva alcalina alta se inmoviliza rápidamente. Y después proliferan otras algas.

La disminución de oxígeno en el hipolimnion se ha intentado remediar inyectando aire u oxígeno [10], lo que mantiene en el ciclo a más nutrientes y pospone la solución del problema causado por su exceso. Aunque se ha intentado mejorar o modificar el procedimiento procurando que la oxigenación del agua no perturbe demasiado la estabilización, inevitablemente hay cierto efecto positivo sobre la productividad, que es lo que se desearía evitar. La desestratificación puede tener otros efectos indeseables, como llevar fuera de su nivel y matar densas poblaciones de *Ceratium*, con el consiguiente enriquecimiento en materia orgánica. Así ocurrió en un lago de Ontario, estudiado por Nicholls *et al.* (*Freshw. Biol.*, 10; 553-561, 1980).

El manejo de los embalses, con desagüe profundo, permite evacuar agua del hipolimnion y también sedimento reciente en suspensión. Este tratamiento puede aligerar ciertas tensiones en el lago; pero transmite la tensión a los emisarios, donde se pueden producir situaciones indeseables (pág. 795). También se puede incidir, aunque no rápidamente, en la biología de embalses y lagos, a través de la propagación o de la explotación de plantas y de peces.

Proyectos de recuperación y mejora de lagos suecos combinan diversos procedimientos, como aireación del hipolimnion evitando perturbar la estratificación, extracción de sedimento y de vegetación y regular el desarrollo de la nueva vegetación litoral.

Se ha propuesto el sellado de un sedimento con materiales inertes, como la bentonita (Ohle, 1972), para retardar el retorno del fósforo. En situaciones extremas se ha recurrido a sulfato alumínico o a cloruro férrico, para precipitar nutrientes, aplicando a gran escala el tratamiento habitual en las instalaciones de preparación de agua.

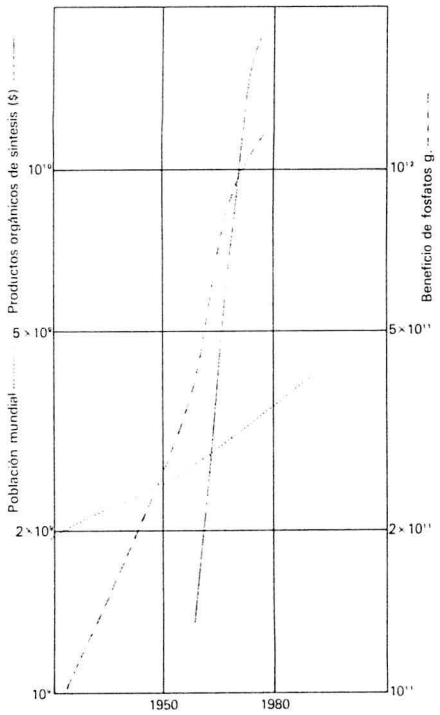


Figura 18-18 *Cómo han variado en el tiempo las causas de la carga de eutrofización que pesa sobre las aguas naturales. En el pasado, la población era más importante que el beneficio de fosfatos y que la industria química; ahora, las relaciones se han invertido. Según Stumm* [88].

Prevención

La mejor profilaxis es suprimir o desviar la entrada de los agentes de contaminación o eutrofización, como en el mencionado lago Washington, o en el lago de Annecy, en Francia, cuya eutrofización, creciente desde 1937, ha tratado de ser combatida desviado los aportes entre 1964 y 1975. Hay que llevar al máximo el grado de depuración de las aguas que se retornan a un río. Debería exigirse que el usuario extrajera el agua más abajo del punto en que la retorna.

El lector sabrá perdonar mi insistencia al recordar de nuevo unos pocos temas esenciales:

La presión de la civilización sobre los ecosistemas naturales depende de la densidad local de la población, pero aún más de la energía externa utilizada. La carga se configura de manera distinta a medida que pasa el tiempo (fig. 18-18). La tensión sobre los ecosistemas terrestres se transmite a los ecosistemas acuáticos, que indican el estado de salud de todos los ecosistemas dentro de toda la cuenca. Las necesidades de agua aumentan a medida que la calidad de la misma disminuye: muy pronto la situación va a ser grave y hay que prever y contrarrestar cambios previsibles. No se puede abusar de la dilución de los vertidos contaminantes; es un proceso entrópico de elevado costo social. Hay una obligación moral de no hipotecar el futuro, obligación que no cumplimos al acumular materiales cuyo retorno va a crear problemas, como son el fósforo y los materiales radiactivos, y en menor grado los metales, que van al sedimento.

Bibliografía

1 Ahl, T. y T. Willén, 1965. Mälarundersökningen — en presentation. *Särtryck u. Svensk Naturvet.*, (1965): 501-516.

2 Ambühl, H., 1975. Heutiger Zustand und zukünftige Entwicklung der Alpenrandseen. *Jahrbuch f. Umweltschutz*, (1975): 11 págs.

3 Ambühl, H., 1975. Versuch der Quantifizierung der Beeinflussung des Ökosystems durch chemische Faktoren: Stehende Gewässer. *Schweiz. Z. Hydr.*, 37: 55-52.

4 Banat, K., U. Förstner y G. Müller, 1972. *Naturwissenschaften*, 59: 525.

5 Barbanti, L., C. Bonacina, G. Bonomi y D. Ruggiu, 1972. *Lago d'Orta: Situazione attuale e previsioni sulla sua evoluzione in base ad alcule ipotesi d'intervento*. Ist. Ital. Idrobiologia, Pallanza, 115 págs.

6 Barrett, G. W., G. M. VanDyne y E. P. Odum, 1976. Stress ecology. *BioScience*, 26: 192-194.

7 Bascom, W., 1974. The disposal of waste in the ocean. *Scientific American*, agosto 1974, 16-25.

8 Beeton, A. M., 1969. Changes in the environment and biota of the Great Lakes. In *Eutrophication*, Nat. Acad. Sci., Washington, páginas 150-187.

9 Beeton, A. M. y W. T. Edmondson, 1972. The eutrophication problem. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29: 673-682.

10 Bengtsson, L., H. Berggren, O. Mayer y B. Verner, 1972. *Restaurering av Sjöar med kulturbetingat Hypolimniskt syrgasdeficit*. Limnol. Inst., Lunds Univ, Centrale Fysiklabor; Atlas Copco AB.

11 Benndorf, J., 1979. A contribution to the phosphorus loading concept. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 64: 177-188.

12 Biswas, A. K. (edit.), 1981. *Models for water quality management*. McGraw-Hill Int. Book Co., 348 págs.

13 Bloesch, J., 1974. Sedimentation und Phosphorhaushalt im Vierwaldstättersee und im Rotsee. *Schweiz. Z. Hydr.*, 36: 71-186.

14 Brezonik, P. L., 1972. Nitrogen: Sources and transformation in natural waters. In *Nutrients in natural waters*, edit. Allen y Kramer, Wiley Intern., New York, págs. 1-50.

15 Brouzes, P., 1968. Automated activated sludge plants with respiratory metabolism control. *Fourth intern. Conf. Water pollution res.*, Prague, 12 págs.

16 Bührer, H. y H. Ambühl, 1975. Die Einleitung von gereinigtem Abwasser in Seen. *Schweiz. Z. Hydrologie*, 37: 347-369.

17 Canfield, D. E. y R. W. Bachmann, 1981. Prediction of total phosphorus concentrations, chlorophyll a, and Secchi disk depths in natural and artificial lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 414-423.

18 Carlson, R. E., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22: 361-369.

19 Chang, W. Y. B., R. A. Moll, R. J. Cornett y F. H. Rigler, 1980. Prediction of hypolimnetic

TEXTO 6

Foguelman, Dina. & Elizabeth González Urda (1994) "El ecosistema río" (capítulo 2, 77-96) y "Las aguas bajan turbias" (capítulo 4, 127-156), en *El agua en Argentina.* Buenos Aires: Prociencia-CONICET.

ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

EL AGUA EN ARGENTINA

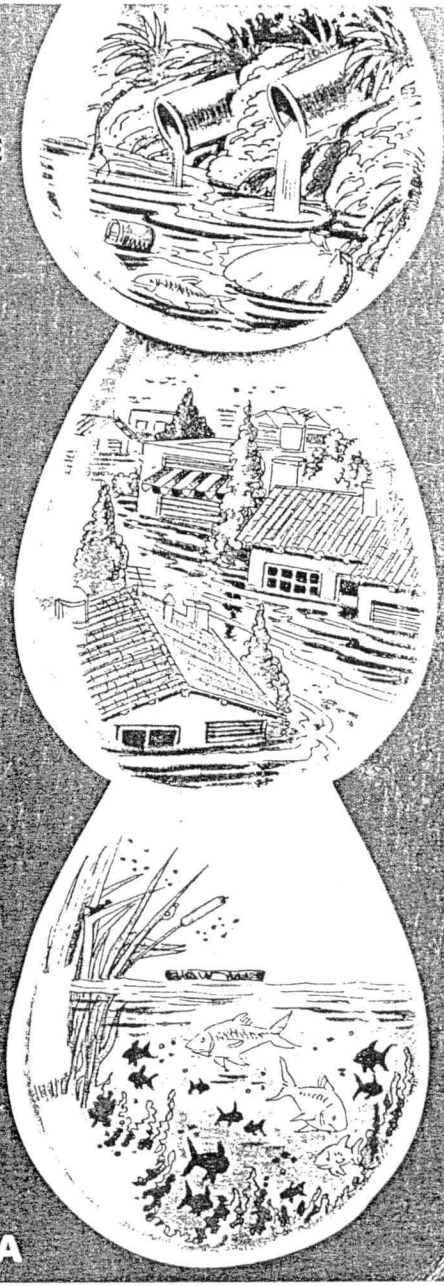
PRO CIENCIA Conicet

PROGRAMA DE PERFECCIONAMIENTO DOCENTE

Ministerio de Cultura y Educación de la Nación

ECOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE

EL AGUA EN ARGENTINA



DINA FOGUELMAN
ELIZABETH GONZALEZ URDA

Actividad N°14 : Clave abierta.

Actividad N°15

Tal vez la mayor diferencia con la realidad que encontramos en el modelo propuesto, es que las cuencas reales no presentan una uniformidad tan grande de la pendiente regional, sino que ésta va cambiando de un modo gradual, continuo, lo que motiva que las características de los ecosistemas que forman parte de la cuenca vayan modificándose también de manera gradual.

Actividad N°16

Clave abierta, depende de características locales.

CAPÍTULO II

El ecosistema río

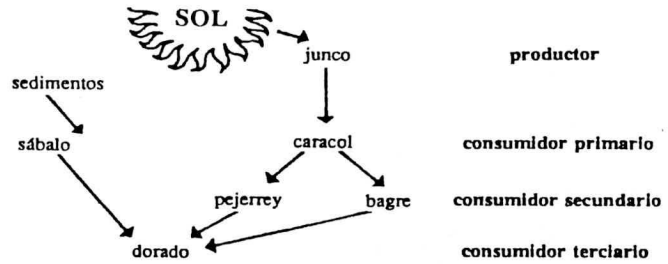
ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: PARECIDOS PERO NO IGUALES

En la Introducción hemos enunciado los conceptos básicos que caracterizan a los ecosistemas. Los ríos también se organizan como ecosistemas. Por lo tanto, qué esperaría Ud. encontrar en un río, según los conceptos vertidos en la introducción?

Efectivamente, encontraremos *flujos energéticos* del tipo de los descriptos, que configuran *cadenas y tramas tróficas*; *descomponedores*; *ciclos de nutrientes minerales*; y deben hallarse presentes todos los *mecanismos de información y de autorregulación.* Le sugerimos revisar estos conceptos antes de continuar.

Evidentemente, si comparamos los ecosistemas acuáticos con los terrestres habrá una serie de diferencias que no dudamos Ud. habrá ya reconocido. Un pequeño ejemplo gráfico tomado del Río de la Plata nos mostraría lo siguiente :

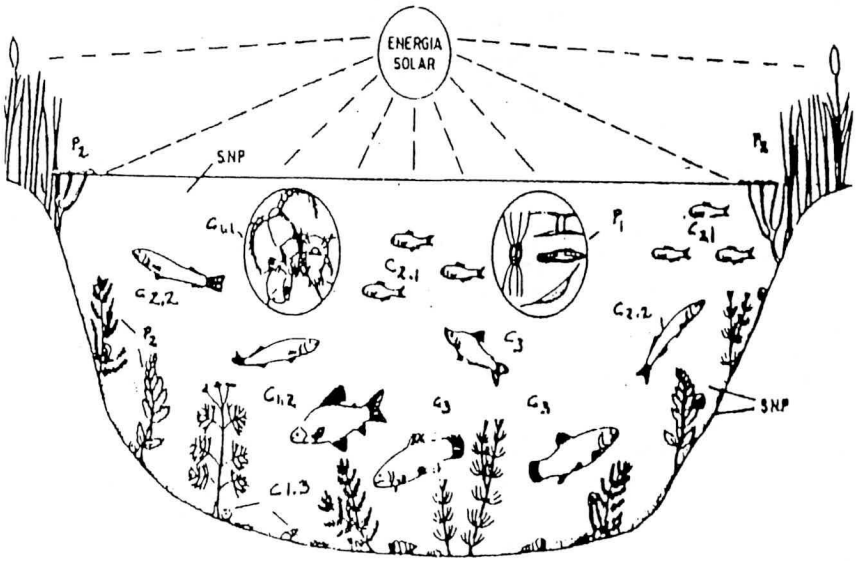
Gráfico N°9.- Esquema de cadenas tróficas del Río de la Plata.



Fuente: **Agua y Medio Ambiente en Buenos Aires,** Brailovsky A.E. y Foguelman D. coordinadores, Fraterna, Bs.Aires 1991.

Un ecosistema de laguna pampeana, más detallado, comprende varios y complejos eslabones:

Gráfico N° 10.- Ecosistema de laguna pampeana.



Fuente: Reelaboración de elementos de Ecología S.A. Olivier, Editorial Hemisferio Sur.

Diagrama de un ecosistema de laguna pampeana, con sus principales componentes:

SNP: Suntancias nutritivas disueltas en las aguas y en los sedimentos

P_1:Plancton vegetal — **PRODUCTORES**

P_2:Vegetación acuática

C_{11}:Plancton animal

C_{12}:Peces detritívoros y herbívoros — **CONSUMIDORES PRIMARIOS**

C_{13}:Caracoles detritívoros y herbívoros

C_2 :Peces planctívoros — **CONSUMIDORES SECUNDARIOS**

C_{22}:Peces planctívoros y herbívoros

C_3 :Peces comedores de peces — **CONSUMIDORES TERCIARIOS**

Sobre el fondo, bacterias y hongos — **DESCOMPONEDORES**

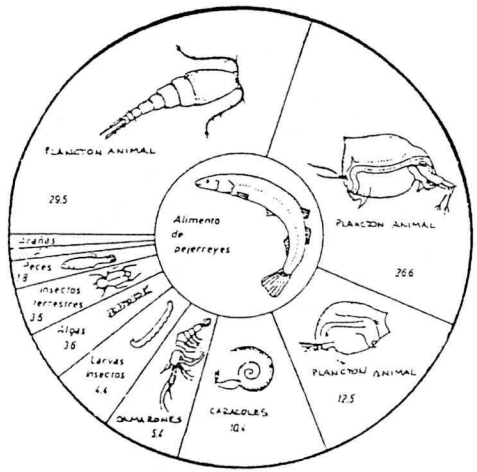
Con el objetivo de averiguar cómo son las tramas tróficas acuáticas de los cuerpos de agua de su localidad, planteamos lo siguiente:

Actividad N°17 Le sugerimos que se contacte con los pescadores de su localidad y les pregunte sobre los peces de los ríos y lagunas de la zona, y en particular sobre sus dietas, tratando de armar un esquema similar al del cuadro de esta misma página, aunque es evidente que parte de la información quedará incompleta y deberá incluirla a título de hipótesis. Invite a sus alumnos a participar en la encuesta.

La dieta del pejerrey

La dieta del pejerrey de las lagunas de la Región Pampeana puede servir de ejemplo de cómo se conforma una trama alimentaria: dicha trama se inicia con el plancton vegetal y con las plantas acuáticas que pueblan las aguas de las lagunas.

Gráfico N° 11.- Componentes de la dieta del pejerrey



Componentes de la dieta del pejerrey
Boschi E. y Fuster de Plaza M. L. Estado biológico y pesquero del pejerrey del embalse de Río Tercero (Basilychtys bonariensis) con una contribución al conocimiento limnológico del ambiente. Departamento de Investigaciones Pesqueras. Publ. N° 8, 1-61. 1952.

El eslabón de los consumidores primarios está formado por un rico plancton animal integrado por diversos invertebrados mientras que sobre las plantas sumergidas y en el fondo viven organismos detritívoros como ciertos camarones y larvas de insectos.

Los pejerreyes, especialmente cuando jóvenes, se alimentan de plancton vegetal y animal, o sea que pueden ser consumidores primarios o secundarios. Los adultos se alimentan además de pequeños caracoles, camarones y larvas de insectos, llegando en ciertos casos a integrar su dieta con pequeños peces planctívoros (comedores de plancton) y con sus propios pares juveniles (canibalismo);

Todos juntos, pero no mezclados

En la Cuenca del Plata en un sentido vertical se pueden distinguir tres grupos o tipos ecológicos de peces, de acuerdo a si ocupan un espacio o hábitat superficial, de media agua o de fondo.

En el hábitat superficial hallaremos especies pequeñas como ciertos bagres y mojarras, que poseen una boca dirigida hacia arriba para atrapar alimentos desde la misma superficie (insectos, larvas).

Aquellas especies de media agua son de mayor tamaño, veloces nadadoras y con dentición adaptada a la caza activa de otros peces. Son muy característicos los dorados y las tarariras.

Los pejerreyes cumplen, alternativamente, el rol de los consumidores secundarios, terciarios y aun cuaternarios.

Las diversas especies presentan adaptaciones anatómicas y fisiológicas que les permiten explotar mejor sus respectivos ambientes.
El grupo de los detritivoros , al cooperar con los descomponedo-res, es otro responsable directo de la autodepuración de la materia orgánica de nuestros ríos y arroyos.
Los procesos que alteran el fondo : remoción por dragado, pasaje de lanchas , basuras arrojadas al agua , interfieren con la actividad de esos organismos y por ende con la preservación de la calidad del agua .

Por último, los peces de fondo presentan perfiles achatados y tienen una boca dirigida hacia abajo, adaptada a comer detritos y pequeños organismos de fondo, como las viejas de agua. Se denominan detritívoros.

Aunque los peces de los tres hábitat mencionados viven predominantemente en ellos, los tres grupos tienen numerosas interrelaciones directas e indirectas.

Los comportamientos migratorios están conectados con los hábitos de alimentación, de reproducción o de búsqueda estacional de habitat adecuados.

Actividad N°18 Mencione las situaciones en que pueden producirse cambios temporarios de hábitat predominantes.

LOS PECES VIAJEROS

Hablamos hasta ahora de relaciones ecosistémicas predominantemente alimentarias, pero no son las únicas. Muchos peces de río evidencian una rica variedad de formas, hábitos y adaptaciones en respuesta a diversos factores ambientales que gobiernan su distribución.

Las especies migratorias como el sábalo, el dorado, el patí, ascienden aguas arriba para desovar antes de la llegada de la creciente primaveral del río.

El sábalo es un buen ejemplo de comportamiento de las especies adaptadas a acompañar el desborde del Río Paraná, que tiene una llanura de inundación costera que ocupa periódicamente. La caracterización ecológica de un río con llanura de inundación es útil para comprender cómo funcionan los complejos ecosistemas de la cuenca del Plata. El sábalo penetra en esa llanura, pero una vez pasada la crecida las condiciones ambientales suelen hacerse paulatinamente más

severas por aumentos de temperatura y disminución de oxígeno disuelto; esta especie ha desarrollado adaptaciones fisiológicas para poder sobrevivir, en particular en sus estadios iniciales de desarrollo.

En el caso del sábalo, que es la especie que aporta la mayor biomasa en peces de la cuenca, sus larvas son arrastradas aguas abajo y penetran en la llanura de inundación, alojándose en las numerosas lagunas del valle, donde se alimentan y crecen para retornar posteriormente al cauce principal, en la siguiente crecida, como peces adultos.

Los grandes embalses que se instalan en los ríos mayores afectan el natural funcionamiento de las comunidades acuáticas, porque constituyen barreras casi insalvables para las poblaciones de peces que remontan los ríos buscando sus lugares de procreación y constituyen vallas a los desplazamientos en búsqueda de alimento. De este modo también se atenta indirectamente contra el mantenimiento de la calidad de las aguas y contra el recurso pesquero.

Es ya habitual que los grandes bancos financieros internacionales, como el Banco Mundial, distribuyan cuestionarios con preguntas sobre impacto ambiental, que deben cumplimentarse como una condición de obtención de préstamos.

Ciertas especies migratorias con alto valor comercial, cómo el esturión cuyos huevos proporcionan el caviar, han sido objeto de atención especial cuando se embalsaron los ríos que eran su hábitat. Se han colocado turbinas especiales para atraerlos hacia los lugares de paso.

El reconocimiento de problemas creados por los embalses se incluye en forma de

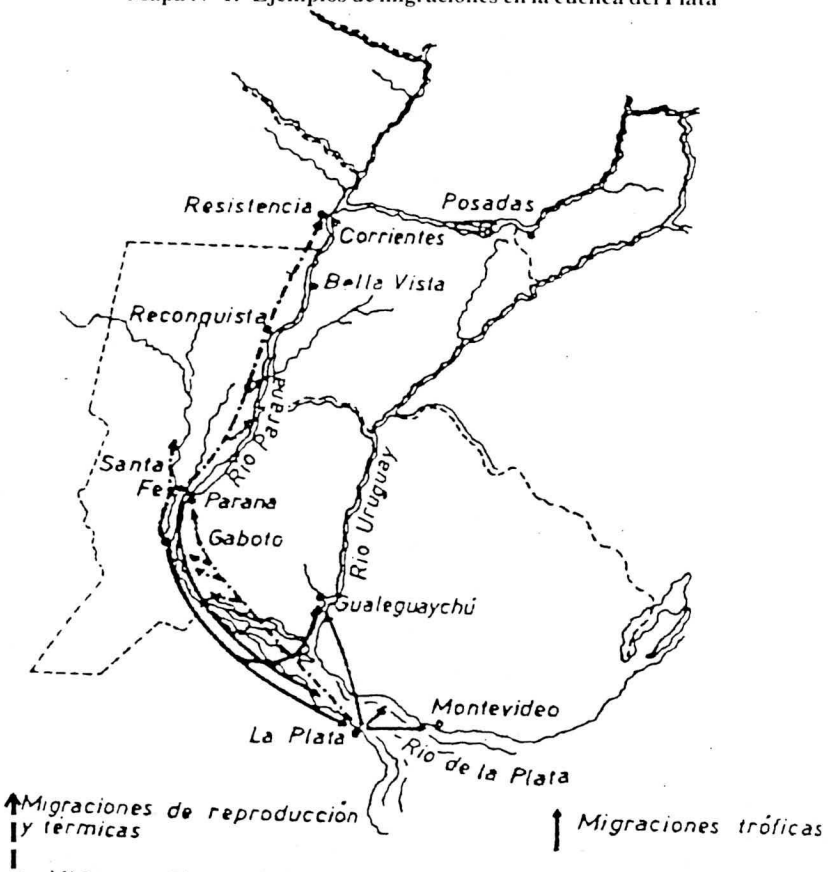
Declaraciones de Impacto Ambiental que integran los proyectos de grandes presas, así como las previsiones para aminorar dicho impacto.

Suele proponerse la instalación de turbinas especiales, de escalas laterales que les permitan remontar el río y aún de ascensores especiales.

En Brasil una ley exige que cada río embalsado cuente con una estación de piscicultura que contribuya a repoblar algunas de las poblaciones diezmadas. La presa de Salto Grande, en Entre Ríos, cuenta con la suya. Los resultados, sin embargo, alcanzan sólo metas parciales: las instalaciones recomendadas no suelen ser aptas para la totalidad las especies, las estaciones de psicicultura sólo se ocupan de las mas significativas o de las que tengan valor comercial.

En el mapa siguiente vemos algunos ejemplos de migraciones en la Cuenca del Plata. Se estudian a traves de la captura y marcacion de peces con pequenos marbetes; luego se los devuelve al rio y los pescadores que recapturen un ejemplar marcado ya saben que deben informar al investigador.

Mapa N° 1.- Ejemplos de migraciones en la cuenca del Plata



Fuente: Bonetto y Pigulsberi: Nuevos Aportes al conocimiento de las migraciones de peces en ríos mesopotámicos de la Argentina (1964)

RELACIONES INTER-SISTEMAS: LO QUE ENTRA, LO QUE SALE.

Los tramos medio e inferior del Paraná y el Río de la Plata constituyen sistemas ecológicos particularmente complejos: las entradas de energía no se originan sólo en la fotosíntesis sino también en forma de restos vegetales y animales, materia orgánica que llega desde ecosistemas terrestres. Los

Los restos orgánicos que se incorporan a los cursos de agua son verdaderos subsidios energéticos naturales que llegan en forma de energía química.

restos se van depositando en el fondo y mezclando con los sedimentos. No sólo los hongos y bacterias descomponedoras, sino también muchos detritívoros acuáticos como gusanos, viejas de agua, bagres, están adaptados a alimentarse de estos restos o detritos, facilitando su total desintegración y protegiendo al agua de las consecuencias de su putrefacción.

En el caso del tramo inferior de la Cuenca del Plata, la materia orgánica que le vierten sus afluentes ocasiona que haya más especies detritívoras y carnívoras, que herbívoros. Predominan entonces sábalos y sabalitos (detritívoros, por eso su grasa tiene olor y gusto a barro) y bagres y pejerreyes (omnívoros).

En el caso de los ríos, como acabamos de ver, la interrelación con ecosistemas vecinos es particularmente significativa. Al presentar una forma lineal, un río tiene una amplia superficie de contacto con los ecosistemas terrestres que los rodean, intercambiando materia y energía.

Esos subsidios energéticos son particularmente elevados en el caso de los estuarios.

Cerca de la desembocadura del Río de la Plata en el Atlántico predomina un tipo muy particular de peces, capaces de tolerar las amplias oscilaciones de salinidad y de temperatura que se producen en lapsos muy breves con mareas y sudestadas: bagres de mar, corvinas, lisas y anchoítas.

Actividad N°19 Comente por qué los tramos inferiores de la Cuenca del Plata se consideran ecosistemas subsidiados. Indique en qué forma aparecen indicados esos subsidios en el Gráfico N° 9.

Actividad N°20 Haga un listado de posibles intercambios en un ecosistema fluvial, clasificando a) Entradas de energía y materiales, y b) Salidas. No olvide incluir efectos de las actividades humanas. c) ¿Qué efecto puede tener la tala de bosques o de la vegetación natural, en particular la de la costa, sobre 1) las entradas de materiales y 2) el régimen de los ríos?

En síntesis, un río no es sólo una corriente de agua estirada sobre la tierra y que drena un área: también es un conjunto de ecosistemas acuáticos, un conector de ecosistemas diversos que intercambian elementos por su intermedio, una vía de entrada y de salida de materiales, un eficaz medio de dispersión de especies animales y vegetales e incluso un regulador climático cuando es suficientemente caudaloso.

El Río Paraná es un buen ejemplo de regulador climático ya que, al conservar temperaturas de su tramo superior, en el tramo inferior entibia sus márgenes hasta 10 Km de distancia de la costa permitiendo el ingreso o el cultivo de especies tropicales en ambientes predominantemente templados.

¿Recuerda alguna especie tropical en esa franja? Entre las más características se cuentan los bananeros y los paltos.

Algunos factores abióticos

Hasta ahora nos hemos explayado en los componentes vivos de los ecosistemas. Pero los

no vivos o abióticos, los componentes físicos y químicos que interactúan con los seres vivos, deben también ser estudiados y comprendidos. En un río, los principales son:

- *Sustancias disueltas:* el agua de los ríos, por más pura que parezca -recordemos lo dicho sobre el agua de deshielo- no es como la que se obtendría en un laboratorio. Como es un poderoso solvente, disuelve e incorpora a su paso muchas sustancias: sales como sulfatos, carbonatos, cloruros; gases como oxígeno y anhidrido carbónico atmosféricos, etc.

La naturaleza no viviente que integra los ecosistemas

Varias de estas sustancias actuarán como nutrientes minerales, ingresando en las tramas tróficas a través de las plantas acuáticas, o intervendrán en los procesos de intercambio gaseoso de todos los organismos. Pero excesos de salinidad o de anhidrido carbónico en ecosistemas donde esas sustancias no eran habituales, resultan perjudiciales.

-*Sólidos en suspensión*:: una corriente de agua tiene capacidad y energía como para transportar partículas suspendidas. La capacidad de arrastre depende de la energía que tenga el río; una forma de visualizar esa energía es observar la velocidad de la corriente. En el tramo superior del río, donde la velocidad es mayor a causa de la pendiente, la cantidad y tamaño de las partículas -a veces rocas considerables- puede ser mayor A medida que llega al valle y disminuye la velocidad, se van depositando las partículas, primero las más grandes y luego las más pequeñas. Por ello se pueden

formar bancos de arena y limo en los tramos inferiores de los ríos.

Los sólidos en suspensión, que pueden ser gravas, arenas, limos o arcillas según su granulometría, modifican la calidad del agua en varios sentidos:

. Disminuyen la transparencia del agua, afectando la fotosíntesis, y a través de ella el ingreso de oxígeno.
. Tienen un efecto abrasivo (de desgaste mecánico).
. Pueden adsorber sales por acción electrostática, o sea que sobre la superficie de cada partícula de arcilla pueden fijarse iones en forma selectiva, de manera tal que la concentración de la sustancia en cuestión aumenta. Esto tiene importancia en relación con contaminantes, tanto limitando su arrastre fuera del ecosistema si la partícula decanta, como bloqueándolos en la fracción sólida.
. Constituyen una fuente de nutrientes para los vegetales por disolución de sus sales constitutivas.

Cuando el oxígeno es insuficiente: la biodegradación bacteriana es incompleta y se producen procesos fermentativos que desprenden metano y compuestos del azufre, de olor muy desagradable.

En promedio 5mg/litro es la concentración mínima necesaria para mantener una fauna saludable en climas templados.

-*Oxígeno disuelto:* el oxígeno es un gas fundamental para el desarrollo de procesos aeróbicos de biodegradación, ya que todos los organismos respiran. La presencia de oxígeno permite que se descomponga totalmente la materia orgánica transformándola en dióxido de carbono y agua. El dióxido de carbono, a su vez, puede ser eliminado o reutilizado por los vegetales.

La concentración de oxígeno en el agua es fundamental para la supervivencia de numerosos organismos: las truchas, por ejemplo, son fuertes

El agua es medio de vida. De la naturaleza e intensidad de dicha vida depende la calidad del agua para el consumo del hombre. Las condiciones de circulación y el ciclo biológico del medio acuático aseguran una purificación o autodepuración del agua, esto es, una eliminación de los productos contaminantes y de los microorganismos patógenos que puede contener.

Preservar las formas de vida acuática es preservar la calidad del agua que, tarde o temprano, hemos de consumir.

demandantes y requieren concentraciones de 6 a 10 miligramos de oxígeno disuelto por litro de agua. En cambio las carpas son tolerantes y pueden soportar indefinidamente concentraciones de 2 mg/ litro de agua.

Si dispone Ud. de una pecera, o de un simple frasco de vidrio con plantas acuáticas, observe las burbujas de oxígeno recién formadas sobre las hojas.

REGULACIÓN DEL ECOSISTEMA FLUVIAL

Como en todo ecosistema, en el río existen mecanismos de regulación que lo mantienen dentro de ciertas características de equilibrio medio. Existen mecanismos naturales de autodepuración que permiten que los organismos muertos que se encuentran en el río sean descompuestos hasta llegar a sus elementos constituyentes (sustancias inorgánicas simples). De no ser así, habría una acumulación continua de materia orgánica y el río se convertiría en un basural.

La transformación de materia orgánica en inorgánica reutilizable, la realizan las bacterias y hongos acuáticos, organismos invisibles muy numerosos que, a pesar de ser microscópicos, realizan una valiosísima labor. En el caso de los peces de la Cuenca del Plata y de muchos ríos de llanura del interior, muchos peces detritívoros cumplen una función similar alimentándose de sedimentos ricos en restos orgánicos.

IMPORTANCIA DE LOS ORGANISMOS VIVOS EN EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA.

Ud. recordará que en este mismo capítulo hemos descripto uno de los mecanismos por los cuales los ecosistemas acuáticos logran evitar la acumulación de desechos orgánicos. Por ello concordará sin duda con nuestra afirmación de que el mantenimiento de las formas de vida acuática en buen estado **no constituye un fin conservacionista por sí mismo**, sino porque la presencia de seres vivos es fundamental para el mantenimiento de la calidad de las aguas.

Con la liberación del oxígeno como subproducto de la fotosíntesis las algas microscópicas y las plantas acuáticas contribuyen, junto con la turbulencia que también incorpora oxígeno atmosférico, a la acción de las bacterias aerobias que descomponen excedentes de materia orgánica u organismos muertos.

Estos ciclos de depuración dependen también de la temperatura del agua, de su contenido de sustacias minerales, de los agentes descomponedores presentes, de los organismos fotosintetizadores y del funcionamiento de las complejas tramas alimentarias del medio acuático.

Para determinar la calidad de una muestra de agua es preciso disponer de un laboratorio y comparar los datos de las determinaciones físico-químicas y biológicas con tablas de umbrales de calidad, establecidos por organismos

internacionales como la Oficina Sanitaria Panamericana y nacionales como el Ministerio de Salud Pública. Intentaremos, sin embargo, una observación visual de algunas propiedades del agua de un río. Aconsejamos hacer la siguiente práctica durante la Actividad N°15 del Capítulo I.

Actividad N°21 Necesitaremos dos frascos de vidrio incoloro y unas gotas de formol.

* Recoger sendas muestras de agua en los frascos de vidrio.

* Observar la turbidez, agregar unas gotas de formol para bloquear la actividad de microorganismos, y mantener los frascos destapados. Anotar lo observado.

* Repetir la observación de las mismas muestras a las 24 y a las 48 horas: antes de repetir las observaciones, una de las muestras permanece sin moverse mientras que la otra se agita para reproducir las condiciones iniciales y servir de comparación. Se observan tres fracciones: a) la fracción de flotantes, generalmente restos vegetales o animales aún no descompuestos, que pueden identificarse visualmente o con una lupa; b) el líquido que fue perdiendo turbidez pero que suele permanecer ligeramente coloreado en los ríos de llanura: se trata en parte de arcillas de decantación lenta y en parte de humus disuelto que tiñe el agua. c) Las partículas sedimentables minerales y orgánicas que se acumulan en el fondo. Anotar las nuevas observaciones.

a) ¿Cómo cree Ud. que influye la velocidad de la corriente sobre los diferentes tipos de partículas?

b) Extrapolando las observaciones de los frascos, enuncie qué ocurriría si el río fuera transformado bruscamente en un lago (No es sólo una hipótesis: hace unos años un terremoto provocó que un río en el Sur de Chile permaneciera un tiempo embalsado).

c) ¿En qué circunstancias se producen las mayores entradas de materia orgánica y partículas minerales desde los ecosistemas terrestres aledaños?

d) Qué circunstancias favorecen la sedimentación?

e) En cuanto a la posible contaminación: ¿ sabe si hay desagues cloacales o industriales aguas arriba? ¿Se observan espumas de detergente? ¿Olores y colores indeseables? (Un tinte marrón rojizo puede deberse a humus en solución). ¿Se observan sólidos no pertenecientes al sistema fluvial? ¿Abundancia de deyecciones de ganado en las costas? Haga inferencias, con los conocimientos hasta ahora disponibles, sobre la forma en que estos contaminantes pueden afectar la calidad del agua; en otro capítulo se retoma el tema de la contamiación.

****

Ahora que hemos comprendido la calidad y las propiedades físicas y biológicas de los cuerpos de agua y sus formas en la naturaleza, veremos en el capítulo siguiente cómo se la usa y cómo y por qué se la altera; es decir, qué ocurre con el recurso natural agua cuando se la usa en las ciudades.

Referencias Bibliográficas

1. **Agua y medio ambiente e Buenos Aires.** Brailovsky A. E. y Fogelman D. (coordinadores) . Edit. Fraterna, 1991, Bs. Aires.

CLAVE DE RESPUESTAS

Actividad Nº 17: Clave abierta.

Actividad Nº 18 : Muchos peces de superficie desovan en el fondo de pequeños afluentes y sus huevos sirven de alimento a quienes viven en ese hábitat; tanto ellos como los de la zona media producen detritos que caen hacia el fondo y son aprovechados por los organismos de este último hábitat; los predadores de media agua no desdeñan alimentarse de los peces de superficie y de fondo.

Actividad Nº 19 : Los afluentes acarrean mucha materia orgánica vegetal y humus de origen terrestre que vuelcan finalmente a los grandes ríos. En el gráfico N° 9 aparecen bajo el nombre de "sedimentos".

Actividad N º 20 :

a) Las entradas pueden ser por ejemplo, partes o restos vegetales de la orilla, partículas de suelo arrastradas por la lluvia o el viento, humus disuelto que llega a través de afluentes, semillas, propágulos y frutos, pequeños animales vivos o muertos, y también pueden provenir de actividades humanas como los líquidos cloacales, desechos de frigoríficos y otras actividades industriales, agroquímicos.

b) En cuanto a las salidas, las más importantes son los acarreos fluviales que desembocan en el mar. Son también significativas las que se deben a la acción extractiva de aves, mamíferos, reptiles e insectos terrestres, además de la pesca deportiva o comercial; además durante una crecida, el río puede depositar en suelo firme los materiales orgánicos o minerales que arrastraba.

c1) Suponemos que Ud recordará que la deforestación es una de las causas de erosión, o sea de un incremento en el tenor de partículas en suspensión y por lo tanto de soluciones de sales minerales; c2) en lo que respecta al régimen, puede provocar un aumento de caudal e incluso inundaciones aguas bajo, ya que el agua que era retenida e infiltrada por la vegetación escurre libremente al río.

Actividad Nº 21:

a) La velocidad de la corriente refleja la energía del río: a mayor energía, mayor poder de arrastre y más capacidad para acarrear partículas pesadas.

b) Se trataría de una brusca pérdida de energía, y las partículas sedimentarían rápidamente. Los componentes vivos del ecosistema no lograrían adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones de sus hábitat y se sucederían drásticos cambios en la biota.

c) Los mayores aportes se producen en momentos de lluvias torrenciales que originan fuertes correderas hacia el río en zonas con pendiente, aún donde ésta es escasa. Las crecidas en el tramo superior del Paraná desarraigan plantas acuáticas de bañados próximos, que son arrastradas por la corriente hasta el Río de la Plata.

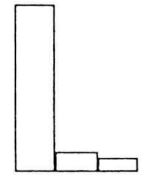
d) Las que disminuyen la velocidad de la corriente: embalses, plantas arraigadas al fondo, una brusca disminución de la pendiente.

CAPÍTULO III

El agua en las ciudades

UN PAÍS FORMADO POR CIUDADES

Gráfico de Barras



Según el último Censo nacional de 1990, el 83% de la población argentina es urbana: vive en ciudades de más de 2000 habitantes; otro 10% vive en núcleos urbanos más pequeños.

Por lo tanto, a pesar de ser un país agrícola-ganadero, es evidente que la gente no vive en el campo sino en las poblaciones próximas, o en las grandes urbes.

Este es uno de los países más urbanizados del planeta, lo que plantea singulares desafíos.

Hay una corriente de pensamiento que tiende a comparar las características de los sistemas urbanos con las de los ecosistemas naturales. Si Ud. recurre al Capítulo II donde están descriptos los ecosistemas acuáticos y terrestres, estará en condiciones de aproximarse a esa concepción. Le proponemos la siguiente actividad, con el objetivo de relevar similitudes y diferencias entre ecosistemas naturales y sistemas urbanos:

Las interrelaciones entre naturaleza y sociedad en una gran ciudad son extremadamente complejas y sutiles.

CAPÍTULO IV

Las aguas bajan turbias

¿QUÉ ES EL AGUA PURA?

El agua químicamente pura no existe en la naturaleza. Dada su movilidad y su alto poder disolvente, el agua lleva en solución o suspensión muchas sustancias. Los elementos que pueden encontrarse en las aguas naturales están resumidos en la siguiente clasificación[1]:

Gases disueltos

- dióxido de carbono, oxígeno y ácido sulfhídrico

Sustancias disueltas:

- sustancias incrustantes: sílice, óxidos de hierro y aluminio, iones calcio y magnesio en distintas combinaciones.

- sustancias no incrustantes: compuestos de sodio y otros elementos alcalinos, sustancias orgánicas.

- sustancias corrosivas: ácidos, sulfatos de hierro y aluminio, sulfato de magnesio, nitrato de calcio, cloruros, oxígeno disuelto a pH menores de 10.

- sustancias tóxicas: bario, selenio

Sustancias en suspensión:

.Partículas gruesas que sedimentan fácilmente: arena.

.Partículas finas: limos y arcillas

Microorganismos:

. Bacterias, algas, hongos, protozoos

¿ Cuál es el límite entre el agua "normal" y el agua "contaminada"?

Dentro de esta clasificación algunos componentes estarán siempre presentes y otros sólo ocasionalmente o en concentraciones muy bajas: por ejemplo, las sustancias tóxicas.

Es muy difícil definir químicamente el agua "normal", ya que las características físico-químicas de la misma varían en función del sustrato y de las condiciones ambientales generales donde se encuentre.
Entonces, ¿cómo definir contaminación?

¿QUÉ ES CONTAMINACIÓN?

Reflexione sobre las siguientes preguntas, y anote brevemente sus respuestas:¿Es contaminación la presencia de una sustancia extraña en el agua que no provoca modificaciones visibles o medibles? ¿Y el crecimiento explosivo y natural de algunas algas en primavera con su posterior acumulación de materia orgánica putrefacta? ¿ Hay contaminación sólo cuando las alteraciones las provoca el hombre? ¿ O también cuando son de origen natural?

Los científicos también se plantearon estas preguntas. Le proponemos ahora una actividad para ver las diferentes posturas y tratar de aclarar los conceptos.

Actividad N°30: Lea las diferentes definiciones de contaminación y luego intente responder las preguntas del cuestionario guía:

1.- "Debe considerarse que un agua está contaminada cuando su composición o estado están alterados de tal modo que ya no reúne las "condiciones adecuadas al conjunto de utilizaciones a las que se "hubiera destinado en su estado natural" (**Organización Mundial de la Salud, O.M.S.**)

2.- "Habrá contaminación de aguas cuando se originen cambios "nocivos resultantes de un acto humano que afecten la composición, el contenido o la calidad natural del recurso". (**Asociación de Derecho Internacional**).

3.- "La contaminación en un sentido amplio, es un desorden termodinámico, que es el producto derivado de la conversión de energía y el uso de los recursos. No hay manera de evitar la contaminación, ya que no podemos rodear la segunda ley de la termodinámica, pero hay muchas maneras de disminuir la cantidad y de reducir los impactos dañinos(**Odum, 1979**).[2]

4.- "La polución es más una definición jurídica que limnológica. (Se produce) cuando un recurso ha cambiado de tal modo que ya no es utilizable o su valor ha disminuido". (**Margalef, 1984**).[3]

5.- "La polución representa una alteración de las condiciones normales en un sentido opuesto al de la sucesión o proceso natural de autoorganización de las comunidades". (**Margalef, en Bonetto**).[4]

6.- "La contaminación es la no resolución adecuada del reciclaje de la producción de energía y materiales. No ocurriría contaminación si se observaran las normas o leyes que rigen el equilibrio de los ecosistemas y la biosfera. Un medio está contaminado cuando su composición y estado son alterados directa o indirectamente como consecuencia de la acción del hombre, produciendo efectos perjudiciales para la salud humana, el equilibrio ecológico y los intereses públicos y privados". (**Berón, 1981**).[5]

7.- "La polución entraña transformaciones del medio ambiente de forma tal que éste se tornaría inapropiado para el desarrollo normal de las poblaciones acuáticas". (**Branco, 1984**).[6]

Ahora, responda las siguientes preguntas:

1) ¿ Qué papel juega el hombre y el uso de los recursos en el concepto de contaminación según los distintos autores?

2) ¿Qué aspectos destacan Berón y Odum por un lado; Margalef-Bonetto y Branco por otro; y la O.M.S., la Asociación de Derecho y Margalef en tercer lugar?

3) ¿ A cuál de los conceptos de contaminación se acercan sus respuestas a las preguntas introductorias? Sintetice en un escrito su posición integrando nuevos elementos que hayan surgido del análisis de las distintas concepciones.

Como vemos existen muchas definiciones según la orientación del autor, pero en todas se hace referencia a un cambio perjudicial, indeseable o contrario a lo natural.

¿Perjudicial o indeseable para quién? En general, la contaminación es tenida en cuenta cuando afecta los intereses de las sociedades. Pero es muy probable que antes de ser detectada por el hombre, haya sido sufrida por las poblaciones vegetales o animales.

Si comparamos un sistema natural con un proceso industrial (como la fabricación de papel), podemos ver que en la naturaleza los distintos elementos y procesos actúan de una manera más o menos cíclica. Es decir, que los materiales, una vez incorporados en los procesos correspondientes, son degradados y luego reutilizados en el ciclo siguiente. En cambio, en el caso del sistema artificial, no ocurre lo mismo: el hombre sólo se interesa por la primera fase (en este caso la fabricación de papel), sin importarle, en general, el reciclaje de los residuos. Los desechos, entonces, se vuelcan al medio natural, que en muchos casos no puede reabsorberlos, porque el volumen y calidad de aquéllos supera su capacidad de autodepuración.

La naturaleza, aunque tiene mecanismos de autorregulación para amortiguar el impacto de la contaminación, no es inmune a todas las actividades humanas. El tradicional concepto occidental de que la naturaleza es infinita y todopoderosa, tiene en la contaminación uno de sus más patentes contraejemplos.

Tres conceptos a diferenciar: contaminación, polución y eutroficación

En la bibliografía general es muy común que se encuentren los términos *contaminación y polución* como sinónimos. Polución, del latín *polluere* que significa ensuciar, manchar, empezó a usarse cuando se advirtieron los efectos estáticos del problema. Contaminación es el término más usado en castellano, especialmente en América Latina. Como es vocablo muy difundido en el área de la medicina, algunos autores (Branco, 1984) prefieren reservarlo para indicar el contagio de enfermedades a través del agua, dejando el término polución para los aspectos ecológicos, más dinámicos del ecosistema.

Siguiendo esta línea de pensamiento, para el caso de la epidemia de cólera, los ríos del Norte de nuestro país están contaminados, pero no necesariamente poluídos. Puede haber casos de polución con efectos visibles sobre la comunidad natural sin afectación de la potabilidad del agua, como sería el caso de una disminución del tenor de oxígeno disuelto. Ahora bien, frecuentemente contaminación y polución están asociadas y se usan los dos términos en forma indistinta.

Otro vocablo asociado es el de eutroficación o eutrofización. Es el proceso por el cual una masa de agua pasa de un bajo a un alto nivel de productividad. ¿Qué puede tener esto de nocivo? La eutroficación es un caso particular de polución en el que, dado un aumento significativo del aporte de fósforo y nitrógeno que fertilizan el agua, se produce un aumento desmesurado de las poblaciones vegetales. En estos casos se observan floraciones algales seguidas de la muerte masiva de las mismas cuando se acaban los fertilizantes. Esto provoca alteraciones en el color, sabor y olor de las aguas, y obstrucción de tomas y filtros. La eutroficación puede ser natural o artificial (por el lavado de fertilizantes de los suelos o por detergentes). En nuestro país se observa ocasionalmente en los embalses de Salto Grande, del Río Tercero y en las lagunas bonaerenses. Algunas asociaciones ambientalistas han denunciado los primeros síntomas de eutroficación muy localizada en lagos de zonas frías, a la salida de las tuberías de desagües cloacales en el Nahuel Huapi y el Lacar.

Actividad N°31: **Constatación de presencia/ ausencia de eutroficación.**

Sin duda Ud podrá ubicar en su entorno alguna lagunita o charco o un brazo de río de agua semiestancada, donde sea sencillo hacer observaciones seriadas a lo largo del tiempo.

a) Turbidez y cambios de color y de olor, pueden observarse mediante muestras de agua en frascos o en tubos de ensayo, el mal olor sólo se nota cuando el proceso está muy avanzado. Se aconseja observar las muestras sólo en fresco o a pocas horas de tomadas, porque una vez fijadas con formol se producen cambios en las características que se desea observar.

b) ¿Cuáles pudieron haber sido las causas de esa eutroficación?

TIPOS DE CONTAMINACION ACUATICA

El análisis de la contaminación puede ser hecho sistemáticamente, analizando las propiedades del agua que resultan afectadas, y así tendremos:

Contaminación física

Cuando se afectan:

- Temperatura
- Color/Turbidez
- Sólidos en suspensión
- Olor y sabor
- Viscosidad, tensión superficial

Contaminación química

Por la presencia de:

- Sustancias degradables por medios biológicos y/o físico-químicos
- Sustancias no degradable
- Sustancias tóxicas

Contaminación biológica

Por la presencia de:

- Bacterias
- Virus
- Hongos
- Algas
- Protozoos

Continuando con nuestro enfoque sistémico, consideramos más interesante analizar las fuentes de contaminación y la multiplicidad de factores intervinientes.

Bideogradabilidad

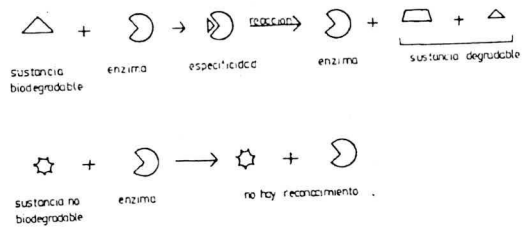
Un compuesto es biodegradable cuando puede ser asimilado y metabolizado por seres vivos. Por este proceso una sustancia es degradada a sustancias más sencillas, con la consiguiente ganancia de energía para el organismo.

Para que un compuesto sea biodegradable deben cumplirse dos condiciones básicas: a) que la sustancia tenga un elevado grado de energía potencial (como es el caso de las moléculas formadas por largas cadenas de hidratos de carbono); b) que los organismos degradadores posean las enzimas capaces de catalizar la reacción de rotura de la molécula.

Los compuestos sintéticos suelen ser molecularmente muy diferentes de los compuestos naturales y, por lo tanto, de difícil reconocimiento por parte de las enzimas existentes en la naturaleza. Esto los hace no biodegradables o bioresistentes. Al no degradarse, se acumulan como tales, pudiendo llegar a concentraciones nocivas.

Las enzimas son sustancias que para actuar, necesitan "reconocer" al sustrato. Esto es lo que denomina especificidad enzimática.

Además de la degradación biológica, en la naturaleza existen mecanismos de degradación física (por acción de la luz) y química por acción de sustancias oxidantes.



FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Fuente: Diario Clarín

Prácticamente todos los cursos de agua del país tienen algún nivel de contaminación, sobre todo si atraviesan ciudades. Se debe a los vertidos incontrolados o escasamente controlados de diferente naturaleza: orgánicos e inorgánicos de origen doméstico, industrial, agropecuario, etc.

Vertidos de origen doméstico

Contienen los residuos domiciliarios de la vida diaria: *aguas negras* o líquidos cloacales, *aguas grises* o líquidos de cocina y limpieza. Le proponemos la siguiente actividad para Usted y

Los efluentes domiciliarios se caracterizan por un alto contenido de materia orgánica. La materia orgánica no es extraña en los cuerpos de agua pero causa problemas cuando supera la capacidad depuradora del receptor.

sus alumnos, que ayudará a tomar conciencia de la posibilidad de que estemos acumulando tóxicos en nuestra propia casa:

Actividad N° 32 :

a) Recorra uno a uno los ambientes de su casa y liste las posibles fuentes de contaminación.

b) Seguramente, en lo referido al agua las fuentes de contaminación están concentradas en el baño, la cocina y el lavadero. Liste en cada caso, las sustancias utilizadas para la limpieza de cada uno de ellos y las que son eliminadas. En el caso de los productos químicos lea en las etiquetas si consta el nombre del principio activo, su concentración, su degradabilidad, si hay indicaciones toxicológicas y todo otro dato que estime de interés. Le sugerimos ordenar la información en el siguiente cuadro:

Nombre del Producto	Principio activo activo	Concentración	Degradabilidad	Reemplazable por

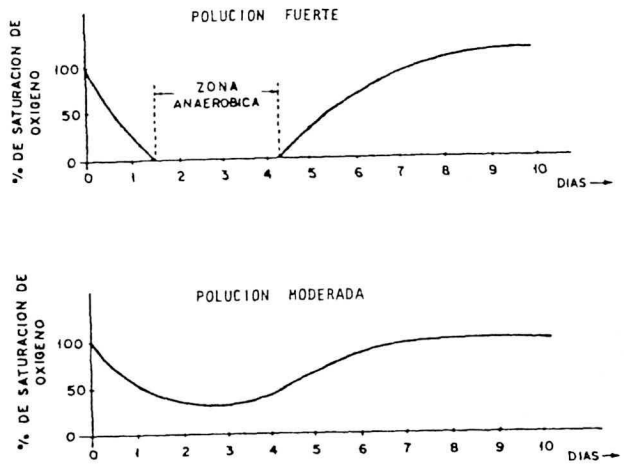
Como Usted habrá advertido, son muchas las sustancias vertidas en un hogar, piense en la escala en que se multiplican en su ciudad. Si hay niños en la casa, verifique si hay productos químicos a su alcance.

¿Cuál es la ventaja del uso de detergentes sobre los jabones? Seguramente usted contestará: la comodidad, la eficacia...¿pero a qué costo?

El problema de los desechos cloacales radica, sobre todo, en el volumen de lo eliminado en relación con el caudal del receptor. La actividad de las bacterias que degradan requiere oxígeno para llevar la materia orgánica a dióxido de carbono y agua. Si el volumen vertido es muy grande se puede consumir todo el oxígeno disuelto y llegar a la anaerobiosis, afectando las funciones respiratorias

de los organismos que viven en el medio y provocando, por ejemplo, muertes masivas de peces u otros organismos, lo que agrava el problema.

Gráfico N°16: Perfiles de oxígeno en un río: desoxigenación y recuperación del oxígeno en un río que recibe fuente contaminación (con una zona anaeróbica) y contaminación moderada.



Fuente : Branco 1986, Referencia Bibliográfica. N° 6

La descomposición anaeróbica de la materia orgánica tiene como producto final al ácido sulfhídrico, con característico olor a huevo podrido, a derivados de metano y, a fosforados. Otro importante grupo de vertidos domésticos son los detergentes. Los primeros detergentes no eran biodegradables y, por lo tanto, se acumulaban en ríos y aguas subterráneas. Con la aparición de los llamados detergentes biodegradables, el problema disminuyó un poco pero no se solucionó. Estos tienen en su fórmula un núcleo bencénico que en el medio acuático puede convertirse en fenol, altamente tóxico. Al mismo tiempo, para aumentar la eficacia de los detergentes en las

¿Cual es la ventaja del uso de detergentes sobre los jabones? Seguramente Usted contestara: ¿la comodidad, la eficacia...,pero a qué costo?

aguas duras, se le agregan fosfatos, principales causantes de eutroficación. El gran uso de jabones y detergentes puede provocar la aparición de espumas sobre la superficie de los ríos que dificultan el intercambio gaseoso con la atmósfera llevando a disminuciones más marcadas del oxígeno disuelto. También modifican la tensión superficial y esto afecta a la fauna de superficie: neuston, aves pescadoras, etc.

Los detergentes constituyen un caso típico de nueva tecnología que reemplaza a otra de menor impacto ambiental. ¿Conoce otros casos en que esto haya sucedido? ¿Cuáles fueron las causas que lo motivaron?

En los líquidos cloacales están presentes, también, cloruros, sulfatos, sustancias nitrogenadas y fosforadas. El nitrógeno aparece bajo la forma de compuestos amoniacales que por oxidación pueden transformarse en nitritos y nitratos, que fertilizan el agua de los arroyos donde son volcados.

En los hogares también se desecha por vía acuática una considerable cantidad de sustancias no biodegradables, corrosivas o que alteran la acidez de los desagües (pesticidas domésticos, lavandina, ácidos, solventes), cuyos efectos variarán en cada caso. No debemos olvidar aquí la contaminación asociada a la transmisión de enfermedades, tema que analizaremos más adelante.

Vertidos de origen agropecuario

Provienen del escurrimiento producido en campos de cultivos, cuadras y corrales.

Fuente: Diario La Nación, 21-11-93

Actividad N°33: Si tenemos presente el ciclo del agua que trabajamos en el capítulo I, vuelva a pensar la Actividad N°32 en el caso de un establecimiento de campo si es que Ud. o sus alumnos están en contacto con productores agropecuarios.

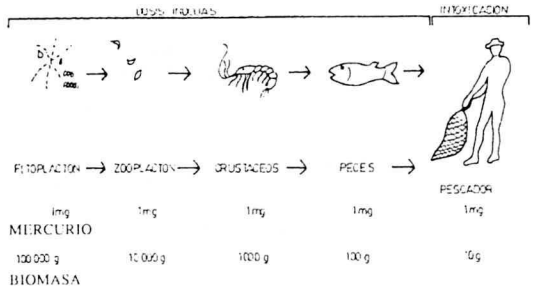
Bioacumulación.

Los compuestos biorresistentes, si no sufren algún tipo de degradación físico-química, se acumulan intactos en el medio ambiente (sedimentos, agua, suelo) o en los seres vivos. En el último caso se puede dar, además, un fenómeno de concentración de la sustancia tóxica a lo largo de la cadena trófica de manera tal que en los últimos eslabones se pueden llegar a dosis nocivas y hasta letales.

Un ejemplo clásico es lo ocurrido en la bahía de Minamata en Japón, en 1953. En esta zona de pescadores se empezaron a registrar casos de envenenamiento por mercurio y malformaciones en los recién nacidos. Investigando se descubrió que una usina de plásticos cercana había eliminado ese metal pesado al agua. Este se acumuló, primero en el fito y zooplancton, luego en moluscos, crustáceos y peces. Estos peces, que no presentaban síntomas, al ser consumidos por los

pescadores, fueron los causantes de la intoxicación.

A modo de ejemplo:



La cantidad absoluta de mercurio se mantiene constante pero la concentración aumenta a lo largo de la cadena trófica por acción de la disminución de la biomasa.

Vertidos de origen industrial

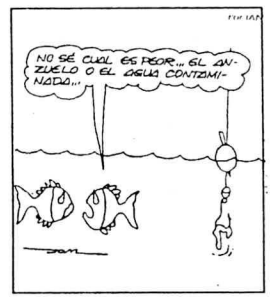
¿Quién no ha oído alguna vez que tal o cual industria es la culpable de la contaminación de tal o cual río o acuífero subterráneo? La naturaleza de los efluentes industriales es muy heterogénea. Trataremos a continuación los casos más comunes. Pueden ser de carácter mineral, como los producidos por la industria metalúrgica; orgánicos, como los desechos volcados por mataderos; o una combinación de ambos, como los vertidos por las curtiembres.

Entre los contaminantes orgánicos son frecuentes los derivados del petróleo. Por ejemplo los fenoles, utilizados por industrias textiles, del papel, del plástico, del algodón, teñido, elaboración de productos medicinales, etc. Estos compuestos resultan tóxicos para organismos vinculados al medio acuático, pudiendo inhibir la fotosíntesis de las plantas. También comunican a las aguas olor y sabor desagradables.

Sales inorgánicas como las de cobre, plomo, cadmio, níquel, mercurio, plata, actúan como impedimento para que los organismos que integran el medio acuático realicen el intercambio gaseoso. O los sulfuros y el amoníaco, que paralizan las reacciones bioquímicas de aquéllos.

Muchas de estas sales tienen efectos tóxicos acumulativos, que producen trastornos neurológicos, pulmonares, etc. Algunas tienen propiedades cancerígenas, como el cromo y el mercurio. Los ácidos tienen efectos corrosivos, acidifican las aguas modificando el equilibrio de los organismos. También pueden producir liberación de ácido sulfhídrico del barro del lecho del río, lo cual produce olores desagradables. Junto con los álcalis, pueden destruir microorganismos, inhibiendo la capacidad autodepuradora de las aguas.

Los hidrocarburos forman una película superficial que impide la difusión del oxígeno. Son capaces de flotar mucho tiempo, y aunque se dispersan en forma relativamente fácil ante la presencia de ciertos detergentes, en caso de turbulencia forman emulsiones muy estables de difícil erradicación.



Fuente: Diario Clarín

Todos estos vertidos producen a menudo cambios físicos en las aguas: modificaciones de color, olor, gusto, transparencia, salinidad, dureza, viscosidad, temperatura. En el caso de la llamada contaminación térmica, provocada por los sistemas de enfriamiento de industrias siderúrgicas, papeleras, nucleares, el aumento de la temperatura implica un mayor consumo de oxígeno que afectará seriamente las distintas comunidades que viven en

el medio. Acelera el metabolismo de los peces y, por lo tanto, es mayor su necesidad de oxígeno y la velocidad de respiración. Esto los lleva a la muerte por fallas en el sistema nervioso, respiratorio o en los procesos celulares. También puede afectar los mecanismos reproductivos acelerándolos o inhibiéndolos.

El aumento de la temperatura acelera el crecimiento de organismos patógenos, que pueden producir en el hombre enfermedades como cólera, tifoidea, hepatitis infecciosa, gangrena, etc., por lo que los riesgos sanitarios son mayores en verano si se toma contacto con aguas donde proliferan estos organismos.

Vertidos producidos por la navegación

Es conocido desde hace mucho tiempo que los puertos y rutas de navegación son "puntos calientes de contaminación. La limpieza de sentinas, pérdidas de combustible, eliminación de desechos al agua, etc, son actividades desagraciadamente comunes a pesar de que la Argentina ha firmado varios convenios internacionales referidos a este tema.

Un cóctel peligroso:

Cuando se consideran los aspectos científicos y legales de la contaminación deben tenerse en cuenta los efectos sinérgicos que se producen en el ambiente. Una sustancia puede no ser nociva en la boca del vertido, pero transformarse en tóxica aguas abajo. No controlar los vertidos múltiples puede transformar al cuerpo de agua receptor en un "cóctel" muy peligroso.

Contaminantes primarios y secundarios.

Un aspecto importante a tener en cuenta cuando se analizan casos de contaminación, es analizar lo que sucede con la sustancia luego del vertido. Se llama contaminante primario a aquella sustancia que tiene efectos contaminantes desde el momento mismo del vertido, a diferencia de los contaminantes secundarios que son sustancias inicialmente "inocuas" y que al reaccionar con los elementos presentes en el medio se transforman en contaminantes peligrosos.

Un ejemplo interesante es el de los compuestos nitrogenados. Los nitratos en el estómago humano pueden pasar a nitritos, que son capaces de convertir la hemoglobina en metahemoglobina, ineficiente en el transporte de oxígeno en la sangre. Esto afecta principalmente a los niños, en los que provoca anoxia y asfixia. Por su parte, los nitratos pueden reaccionar con ciertas aminas que son productos normales del metabolismo, formando nitrosaminas de efectos cancerígenos. En este caso los nitratos son los contaminantes primarios y los nitritos y nitrosaminas los contaminantes secundarios.

Otro ejemplo de modificación de los contaminantes por las condiciones ambientales es la relación entre la temperatura y la toxicidad de ciertas sustancias como el endrin y el cianuro de potasio[6]. Este último duplica su toxicidad al pasar de 8°C a 18°C. El endrin tiene una dosis letal en peces (carpas) en 48 horas, de:

0,14 miligramos por litro a 7-8°C y
0,005 miligramos por litro a 27-28°C

Veamos que sucede en el Riachuelo

Entre muchos males, este río recibe dos tipos de contaminantes principales: materia orgánica de líquidos cloacales y de los frigoríficos, y metales pesados de las curtiembres. Los metales pesados "envenenan" a los organismos descomponedores impidiendo que cumplan su función de degradación de la materia orgánica. Basta ver el estado actual del río para comprobar la importancia de los mismos. Probablemente en su localidad, usted también tenga un "riachuelo".

CONTAMINACIÓN Y SALUD

Como ya dijimos, es normal que en las aguas naturales haya microorganismos, muchos de los cuales son banales o no patógenos. ¿Los microorganismos pueden ser beneficiosos para contrarrestar la contaminación?

Hemos visto que sí. Recordemos también que bacterias y hongos, organismos saprófitos, evitan que las sustancias biodegradables se acumulen y aseguran el ciclo de los materiales en las aguas. Son los responsables del proceso de autodepuración de los cuerpos de agua.

Hablamos de organismos banales, no patógenos y hasta beneficiosos, pero ¿qué pasa con los otros?...

Hoy más que nunca, con un brote colérico en nuestro país, tomamos conciencia de la importancia del agua en la transmisión de enfermedades. Las enfermedades relacionadas con el agua matan aproximadamente 10 millones de personas por año en el mundo.

La Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) y el organismo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) analizan y clasifican las enfermedades relacionadas con el agua según el siguiente cuadro:

ENFERMEDADES CONTENIDAS EN EL AGUA	ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA	ENFERMEDADES QUE SE ORIGINAN EN EL AGUA	ENFERMEDADES OCASIONADAS POR INSECTOS VECTORES
La falta de servicios fomenta las enfermedades contenidas en el agua, entre ellas la tifoidea, el cólera y la hepatítis.	La carencia de agua potable, la higiene personal deficiente y la falta de una adecuada eliminación de residuos contribuye a la aparición de enfermedades que se transmiten por el agua. Ellas son: la sarna, la lepra, el tifus, la conjuntivitis, y el tracoma.	La presencia de animales acuáticos puede generar enfermedades, se trata de infecciones urinarias e intestinales y la contaminación con los parásitos del aparato digestivo. Por ejemplo, esquistosomiasis.	Varias enfermedades son transmitidas por moscas, mosquitos y otros insectos que se reproducen en el agua o pican en sus inmediaciones. Su eliminación está relacionada con el suministro de agua adecuada y con el tendido de redes cloacales.

Fuente: O.M.S. / UNICEF

El análisis de temas sanitarios se presta a ser abordado en forma intesdisciplinaria ya que involucra aspectos provenientes de las ciencias naturales y de las ciencias sociales.

Como dijimos, el tratamiento de temas ambientales, especialmente cuando éstos afectan a la salud, suelen ser buenos motivadores y pueden ser una herramienta accesible y eficaz para la conexión entre el aula y la sociedad. Por eso le sugerimos algunas actividades que pueden ser coordinadas con docentes de otras áreas.

Actividad N° 34 para el aula:

. Organizar una encuesta local que permita revelar la relación de la población local con el agua y diseñar alguna estrategia de acción.

1. Trabajando con sus colegas:

. Del Depto. de Matemáticas; Ud. puede diseñar el muestreo y el tratamiento estadístico de los datos.

. Del Depto. de Ciencias Sociales: puede intentar relevar el agua en su comunidad a lo largo del tiempo, a través de entrevistas con los mayores, o relevamientos históricos y establecer la relación actual. Se pueden considerar temas y especificar, como inundación, sequía, manejo de cuencas, redes de abastecimiento y cloacas, limpieza de tanques domiciliarios, correcta construcción de pozos negros, etc.

Un infectólogo italiano que visitara nuestro país con motivo del brote colérico dijo: ***La organización de la sociedad se expresa en la distribución de las enfermedades.*** *(Mario Timio, Página 12 del 17/3 /91) La propagación de enfermedades gastrointestinales adquiere cada vez mayor importancia en razón de la escasez de agua potable y de redes cloacales. Según el Censo Nacional de 1991, en la Provincia de Buenos Aires sólo el 42,24% de la población tiene servicio de agua corriente y el 23% cuenta con cloacas, pero sólo el 8,05 de los efluentes líquidos son tratados en plantas depuradoras.*

No nos une el amor, nos une el espanto.

Aplicacionesprácticas:

Se utilizaron censos de algas en varios tramos del Río Reconquista y del río Luján : en el primer trabajo se reproducen listas de algas ,cada una de las cuales indica un determinado tipo de contaminación ; por ej;Oscillatoria sp. (Cyanophyceae) indica contaminación con cobre; Pinnularia viridis (Bacillariophyceae) indica fenoles ,taninos y celulosa , etc.Hallaron, como era esperable , una fuerte presencia de Cyanofitas y Euglenofitas en la muy contaminada desembocadura del Reconquista .[15, 17]

. Del Depto. de Plástica y de Lengua castellana y/o extranjeras, diseñar posters, follletos, escribir artículos periodísticos o guiones de radio o TV.

-Un estudio sobre el impacto de los problemas ambientales sobre la salud en las ciudades latinoamericanas indicó que cerca del 90% de las enfermedades se vinculan con problemas de saneamiento ambiental. [8]

-La tasa de mortalidad infantil en 1986 fue del 26,2 por mil y se estima que el 18 por mil eran muertes evitables. [9]

-En 1984 la diarrea (por infección con *Salmonella* y *Shiguella*) provocó en la Argentina el 9,7% de las muertes de niños entre 0 y 4 años. [10]

-Población que carece de agua potable en América Latina:

Bolivia 63%
Honduras 56%
Ecuador 55%
Argentina 40% [11]

-La ex-Obras Sanitarias de la Nación advirtió en su momento que se encontraba al borde del cese del servicio de potabilización por falta de fondos e insumos [12], agravado por la pérdida de casi la mitad del agua ya potabilizada y transportada por redes de distribución rotas e irreparables.

-En Argentina, una de cada cuatro camas de hospital está ocupada por enfermos por contagio hídrico (OMS).

-En Argentina las epidemias más recientes de cólera se produjeron en 1856, 1867, 1873, 1894 y HOY. **Reflexionemos, como lo hicieron en su momento quienes tomaron las primeras medidas que permitieron erradicar el cólera durante un siglo**

¿CÓMO SE MIDE LA CONTAMINACIÓN?

Observar la contaminación puede ser accesible (no siempre), pero medirla es otra cosa.

Para ello se han estandarizado ensayos. Existen determinaciones específicas de contaminantes, y otras más generales, mencionaremos algunas de ellas.

Determinación de oxígeno disuelto.

Consiste en una determinación química simple (titulación), aunque en la actualidad suelen usarse medidores electrónicos de concentración de oxígeno. Por regla general se considera que una concentración inferior a los 5 miligramos por litro provoca la muerte de casi todos los peces y de gran parte de la biota. A modo de ejemplo, reproducimos algunos datos de oxígeno disuelto registrados en el río Matanza-Riachuelo [13]:

Río Matanza, cruce con ruta 3 Km50	8,4 mg/litro
Cruce con la Autopista Ricchieri	2,6 mg/litro
Cruce con el Puente la Noria	0,1 mg/litro
Cruce Puente Nicolás Avellaneda	0,0 mg/litro

Algo similar ocurre en el río Reconquista, donde el oxígeno disuelto en su tramo superior escasamente contaminado oscila alrededor de 7 mg/litro, pero nunca supera los 2 mg/litro cerca de su desembocadura. En este último sitio de muestreo suele permanecer sin nada de oxígeno disuelto durante varios meses de verano[14]

Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Consiste en una incubación de la muestra de agua durante 5 días a 20°C y la determiación del oxígeno disuelto al comienzo y al final de la misma. La diferencia de concentración indica el oxígeno utlizado para la degradacion biológica de la materia orgánica. Cuanto mayor sea la cantidad de materia orgánica en la muestra, mayor será la DBO. Se sugieren valores de 40 miligramos de oxígeno por litro para la protección de la vida acuática. Por ejemplo, en los mismos sitios del río Matanza-Riachuelo.

Cruce con Ruta 3 Km	5,0 mg/litro
Cruce con Autopista Ricchieri	27,0 mg/ litro
Cruce con Puente la Noria	159,0 mg/litro

El Canal Oeste próximo a la ciudad de La Plata presenta valores de alrededor de 210 mg por litro de DBO.[16]

Organismos indicadores

Usted seguramente habrá oído hablar de los organismos indicadores. Comencemos a estudiarlos a partir de la siguiente actividad:

Actividad N°35: Conteste las siguientes preguntas:
a) ¿Qué condiciones cree ud. que debe cumplir un organismo para ser indicador?
b) ¿Qué ventajas y desventajas tienen los seres vivos sobre los parámetros físico-químicos para la detección y medición de la contaminación?
c) ¿Conoce ejemplos de organismos indicadores? Menciónelos.

Un organismo indicador clásico es la bacteria *Escherichia coli.* La presencia de esta especie en un cuerpo de agua indica contaminación con materia fecal humana, ya que sólo se reproduce en el tracto digestivo del hombre.

Cuando se busca medir la contaminación por desechos cloacales se hacen censos de bacterias coliformes al microscopio. Según standards internacionales, en el agua potable no debe haber más de 20.000 bacterias coliformes por 100 mililitros.

A pesar de ser una bacteria muy abundante no causa tantos problemas sanitarios (algunas diarreas) como sus asociadas, las enterobacterias de los géneros *Salmonella y Shiguella*, causantes de las más importantes enfermedades gastrointestinales: fiebre tifoidea, paratifoidea y gastroenteritis aguda. Dado que la cantidad de *E. coli* es muy superior a la de las otras, la ausencia de la misma en una muestra de agua permite suponer que tampoco se encuentran las otras especies más peligrosas; por el contrario, la presencia de *E. coli*, si bien no asegura la de las otras, permite sospecharla. Por lo tanto, una muestra de agua con análisis bacteriológicos

positivos no es potable a menos que sea tratada específicamente.

CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

El recorte periodístico N° 2 (Ver Anexo "Los diarios hablan"), tiene algo especial. ¿Por qué? Por un lado, la noticia de este fallo judicial nos soprende por lo poco frecuente, y por otro lado, nos sirve para introducirnos en el análisis de un contaminante específico: el arsénico.

Este elemento existe normalmente en la naturaleza en forma pentavalente, pero el de origen industrial es trivalente y mucho más tóxico. No es un elemento esencial para el hombre, pero se lo encuentra regularmente en los tejidos en muy pequeñas cantidades. Es un veneno protoplasmático que inhibe los grupos SH de las enzimas. Sus sales se absorben fácilmente a nivel gastrointestinal, pero no ocurre lo mismo con el arsénico elemental. También es absorbido por piel y pulmones.

La intoxicación crónica produce pérdida de apetito y de peso, diarrea alternada con estreñimiento, trastornos gastrointestinales, neuritis periférica, conjuntivitis, hiperqueratosis, melanosis cutánea y a veces cáncer de piel y órganos internos (hígado, pulmones, conductos biliares y esófago).

La mayoría de los contaminantes no sólo tienen efectos sobre los humanos sino también sobre la biota en general. Muchas veces este último aspecto puede ser tanto o más perjudicial que la intoxicación directa. Por ejemplo: el cromo afecta a las bacterias degradadoras haciendo que la materia orgánica entre en el camino de la descomposición anaeróbica con la consiguiente producción de ácido sulfhídrico (olor a huevo podrido), metano, etc.

****

Ahora que tenemos un panorama respecto de qué es importante tener en cuenta cuando hablamos de contaminación, sus orígenes, tipos, formas y sobre todo sus indeseables consecuencias, veamos cómo se presenta la situación en relación con el agua superficial y subterránea en Capital Federal y Gran Buenos Aires.

Referencias Bibliográficas

1 Subsecretaría de Recursos Hídricos, O.S.N., 1974. **Manual de Laboratorio para Técnicos Sanitarios.**

2 **Ecología, el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales**. Odum E.P.- Editorial C.E.C.S.A., México 1979

3 **Limnología** . Margalef R., Edit. Omega. Barcelona, 1984.

4 **Calidad en las aguas del Río Paraná. Introducción a su estudio ecológico**. Bonetto, INCYTH 1976, en Branco 1984.

5 **La contaminación, factor de desequlibrio ecológico**. Berón L., Subsecretaría de Medio Ambiente. Min. de Salud Pública y Medio Ambiente. Bs.Aires 1981.

6 **Limnología Sanitaria, Estudio de la polución de aguas continentales**. Branco M., Monografías de la OEA, Serie Biología N° 28, Washington 1984.

7 Censo Nacional 1991, INDEC.

8 OPS-Instituto Interamericano de Medio Ambiente y Desarrollo, citado en Página 12 del 17/3/91.

9 Ministerio de Salud y Acción Social. Citado del diario Página /12 del 17/3/91.

10 Diario Página /12 del 17/3/91.

11 Greenpeace, citado en el Diario Página /12 del 17/3/91.

12 Diario Clarín del 22/4/91.

13 **La contaminación factor de desequilibrio ecológico**. Berón, Laura. Subsecretaría de Medio Ambiente, 1981.

14 **Premières Données sur le phytoplankton et les caractéristiques physico-chimiques du rio Reconquista (Buenos Aires) , une rivière polluee**. Loez C.R.y Salibian A., *Rev. Hydrobiol Trop.* 23 (4) :283-296, Universidad de Lujan.

15 **Structural changes and dynamics of the phytoplancton community along a highly polluted lowland river of Argentina** . Conforti V. *et al. Journal of Aquatic Health*. En prensa.

16 **Las aguas de Río Santiago**. Ronco A., Porta A. y Roca A., *Rev. Ciencia Hoy Vol 4, Nº 19*

17 **Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton comunity along a pollution gradient in a lowland river-a multivariate approach.** Del Giorgio P.A., Vinocur A., Lombardo R., Tell H. *Hydrobiologia* 224,129-154, 1991.

CLAVE DE RESPUESTAS

Actividad Nº30 : 1) En todas las definiciones el hombre está presente, ya que se mencionan procesos contrarios al orden natural o al desarrollo normal de las poblaciones. En este caso, el hombre está implicado como causante de la contaminación. Por otro lado se menciona el concepto de uso de un recurso dándole un sentido antropocéntrico, hay contaminación cuando el hombre se perjudica. Aquí se podría encuadrar dentro del concepto algunos cambios de origen estrictamente natural, pero que afectan los intereses del hombre. 2) Odum y Berón destacan a la contaminación como resultante de un desfasaje en el ciclo de la materia; Margalef-Bonetto y Branco consideran el ecosistema íntegro, más allá de los intereses humanos; el tercer grupo de definiciones: O.M.S., Asociación de Derecho y Margalef (1984) hacen hincapié en el uso o valor de los recursos.

Actividad Nº31 : a) Clave abierta
b) si no se trata de descargas cloacales, piense en excretas de ganado o arrastre de fertilizantes de los campos circundantes.

Actividad Nº32 : Clave abierta

Actvidad Nº33 : Aquí serán prioritarios los siguientes contaminantes: Plaguicidas: las sustancias que eliminan las plagas animales o vegetales suelen ser sustancias sintéticas, tóxicas no sólo para la plaga; algunas de ellas, no biodegradables, se acumulan en el medio físico o en los propios organismos. Fertilizantes: arrastrados por la lluvia, escurren superficialmente o se infiltran y llegan a ríos y lagunas, eutroficándolos.

Actividad Nº34 : Clave abierta

Actividad Nº35 : a) Para ser indicador un organismo debe tener un nicho ecológico estrecho para las condiciones que indica. Un organismo que presenta una distribución muy amplia, difícilmente pueda indicar particularidades, en cambio aquél que sólo se presenta en determinadas condiciones ambientales puede ser usado como indicador. Debe ser también de fácil identificación sistemática. Si la identificación es engorrosa, es poco práctico tomarlo como indicador.

b) Los organismos y comunidades pueden ser útiles para la determinación y cuantificación de la contaminación ya que no reflejan condiciones instantáneas sino que su presencia es el resultado de un conjunto de factores ambientales que actuaron durante un cierto tiempo. Esto permite, en muchos casos ,identificar vertidos discontinuos cuando la frecuencia de emisión de los contaminantes ha sido sincronizada de manera tal de no ser captada por los discontinuos muestreos de control. En pocas y claras palabras, una descarga contaminante realizada un fin de semana o durante la noche puede no ser captada por muestreos físico-químicos hechos en horario laboral, pero sí por un organismo o comunidad indicadora.

La desventaja de usar organismos o comunidades indicadoras radica en que la identificación de las especies es una tarea muy especializada.

c) *Euglena spp.* y Cianofitas indican la presencia de importantes cantidades de materia orgánica. Los salmónidos señalan la presencia de aguas bien oxigenadas pero pobres en minerales, como las de deshielo de los lagos patagónicos.

CAPÍTULO V

Los ríos tienen su historia

LOS RÍOS NO SON TODOS IGUALES

Prácticamente todas las ciudades se ubican a la vera de un río, a veces tan cerca de él que termina por inundarlas con frecuencia. Vd. ha enumerado los usos del agua en el Capítulo III. Entre ellos rescataremos ahora dos de los más frecuentes: la obtención de agua potable y el uso de la corriente para alejar los residuos del asentamiento, además de diluirlos y depurarlos.

En cuanto al agua potable, los ríos siguen siendo la principal fuente. Luego fue complementada con agua subterránea cuando, durante el siglo pasado, se generalizó la tecnología para su extracción, la que por otra parte, en Medio Oriente, es muy antigua. Y en cuanto al vuelco de líquidos cloacales, es ésta una antigua práctica corriente en todo el mundo, una forma de usar el recurso no sólo por su capacidad de transporte, sino también por sus mecanismos de autodepuración: la dilución y la biodegradación, que pueden ser entendidas como **funciones** de los ecosistemas naturales.

La práctica de arrojar residuos al agua es válida mientras el volúmen que se arroje no sea excesivo para el caudal del río y mientras no se lo contamine con tóxicos o sustancias no biodegradables.

Actividad N° 37: Revise los Capítulos II y IV, y detalle cómo y quiénes cumplen las funciones de biodegradación en los ecosistemas acuáticos.

ENCUESTAS REALIZADAS

ENCUESTA RESPONDIDA POR
ANITA ZALTS, DOCTORA EN QUÍMICA,
INVESTIGADORA-DOCENTE EN EL ÁREA DE QUÍMICA AMBIENTAL
DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SARMIENTO

— Q = química en gral.
A = química ambiental

Anita Zalts

	COLUMNA 1				COLUMNA 2			COLUMNA 3				COLUMNA 4	
	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
ácido	QA				química	química, biología, agronomía			el modelo / teoría		no	✓	
acidez	QA				"	" " "			"		no		
acidificación		QA			"	" "					no	✓	
acidificado	QA				"	" "					no	✓	
acuático	A		Q		biología						✓	✓	
acuífero	A		Q		hidrogeología			✓					
agente	QA					" " , etc				✓		✓	
agua	QA				química	" " geología, etc		✓			✓		
alcalinidad	QA				"			uso, definición					
alcalino	QA				"						no	✓	
algas		A	Q		biología			clasificación			?		
algal		A	Q		"							✓	
microalgas		A	Q		"								
ambiente	A	Q								✓	no		
amiental	A		Q								no	✓	
ambientalistas			QA				✓			✓			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR / NO SE SUELE USAR SOLO
amonio	QA				química			✓			no	✓
amoniaco	QA				"			✓		✓	no	✓
amoniaçal	QA				"					✓	no	✓
análisis	QA				"	química, instrumental, etc				✓	no	
analizar	QA					" " "				✓	no	✓
~~analítico~~	QA					" " "					no	
arsénico	QA				química	" , geología		✓		✓	no	
atmósfera	A	Q				meteorología, química, física				✓	no	
bacterias	A		Q		microbiología					✓	no	✓
bacteriana	A		Q		"							
bactérica			QA							✓	✓	✓
bactericida	A	Q			"					✓	✓	✓
bacteriológico	A		Q		"					✓		
enterobacterias		A	Q		"					✓		
anaerobiosis	A	Q			"					✓		
bioacumulación	A	Q				biología, química						
biocenosis				✓						✓		
biocidas		A.	Q			biología, microbiología						

2

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR / NO SE SUELE USAR SOLO
biodegradable	A	Q				biología, química				✓		✓
bioensayos	A		Q		biología					✓		
biogeográficas				X								
biología		A	Q		"					✓	✓	
biológico	A	Q				biología, química				✓	✓	
biomasa	A		Q		biología					✓		
bioquímica			QA							✓	no	
bioresistente				X								
biosfera	A		Q		biología					✓		
biota	A		Q		"					✓		
bioturbación				X								
cadmio	QA				química	química, geología		✓				
calcio	QA				"	" " , biología		✓				
calidad	QA									✓	no	
cauce	A		Q			geología, geografía				✓	✓	
cianofitas		A	Q		microbiología					✓		
cianoficeas			QA		"							
cyanophyceae			QA		"							

3

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
clases		QA				toda disciplina				✓	no		
clasificación		QA								✓	✓		
clasificar		QA								✓	✓		
clorofila	A	Q				biología, química		✓			no		
cloroficeas			QA										
euclorofíceas				X									
cloruro	QA				química	qco, biología, geología		✓			no		
cloro	QA				"			✓			no		
clorofila													
clorado	QA				"					✓	no	✓	
cloración		QA			"					✓	no		
hexacloruro		QA			"					✓			
policlorados		QA			"					✓			
dicloro		QA			"				lejía				
tricloroacético		QA			"			✓					
cobre	QA				"	qco, geología		✓			no		
Cu	QA				"	" "		✓					
color	Q	A				química, física				✓	no		

4

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
colorimetría		Q	A		química			✓			no		
compuesto	AQ				"					✓	no		
comunidad		A	Q			biología, ecología				✓	no		
concentración	QA				"	qco, biología, oceanografía, de,		✓			✓		
conductividad	Q	A				bco, física				✓	no	✓	
consumo	A	Q								✓	no		
contaminación	A	Q				química, biología, toxicología				✓	no		
contaminado	A	Q				" " "				✓	no	✓	
contaminante	A	Q				" " "				✓	no		
cromo	QA				qco			✓			no		
dicromato	QA				"			✓					
cromatografía	Q	A			"					✓			
Cr	QA				"			✓					
cuenca	A		Q			geología, geografía		✓			no		
curso	A		Q			" "				✓	✓		de agua
demanda bioquímica de oxígeno	A	Q				qco, biología			las condiciones del curso	✓			
DBO	A	Q				" "				✓			

5

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
DQO	A	Q				química, limnología				✓			
degradar/se	QA					"				✓	no		
biodegradable	A	Q								✓	no	✓	
degradado		QA								✓	no	✓	
degradable		QA								✓	no	✓	
degradación		QA								✓	no		
degradadores			QA										
degradabilidad			QA										
densidad	QA					química, física		✓			no		
pura	Q	A				"				✓	no	✓	
pureza	Q	A				"				✓	no		
autodepuración	A	Q				" , limnología				✓	no		
depuración		A	XQ							✓			
depurar		A	Q							✓			
depurado			QA										
dilución	QA				química			✓			✓		
diluido	QA				"					✓	no	no	
diluir	QA				"			✓			✓		

6

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
dióxido	QA				química	qco, biología		✓				✓	
disminuir		QA								✓	✓		
disminución		QA								✓	✓		
disolución		QA			"					✓	no		
disolvente			QA		"					✓			
disponible		QA								✓	no		
disponibilidad	A	Q								✓	no		
disponer	A		Q							✓	no		
diversidad													
dureza	Q	A			química	química, geología			disciplina		no		
duras	Q	A			"	"					no	✓	
ecotoxicológica		A	Q			ecología, química, toxicología				✓			
ecosistema	A		Q		ecología	ecología, biología				✓	no		
ecológico		A	Q		ecología	ecología, "				✓	no	✓	
ecología		A	Q		ecología	ecología, "					no		
efluentes	A	Q				química, ingeniería				✓	no		
energía	QA				física	física, química, biología				✓	no		
energético		AQ			"	" " "				✓	no	✓	

7

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
ensayos	Q	A			cs experimentales					✓	no		
bioensayos		A	Q							✓			
Escherichia [coli]	A		Q		microbiología			✓					
especies	QA					gco, biología, etc				✓	no		
Euglenophyceae				X									
Euglenofitas				X									
eutrofiza/cación	A		Q		limnología	limnología				✓			
eutrofia				X									
eutrofizado	A		Q		4					✓		✓	
eutrofizante			AQ										
evaluar	QA									✓	no		
evaluación	QA									✓	no		
evolución		QA			biología					✓	no		
explotación	A	Q								✓	no		
explotar	QA					explotación – explotación		→		✓	no		
explotado	A	Q											
explotable		A	Q										
explotador			QA										

8

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
fauna		A	Q		biología						no		
fértil	A		Q			biología, agronomía				✓	no	✓	
fertilizar	A	Q				agronomía				✓	✓		
fertilizante	QA					" , química				✓	no		
fertilidad		QA				4 " medicina				✓	no		
fertilización		QA				4 " "				✓	no		
fenol	Q	A			química		✓						
físico	QA					física, química, etc.				✓	no		
fisicoquímico		QA								✓		✓	
física			QA		física					✓	no		
fitoplancton	A		Q			biología, limnología				✓			
micro/macrofitos		A	Q			4 4				✓			
saprófitos			QA										
floraciones				X									
flujo	QA					física, ingeniería, química				✓	no		
fluorescencia	Q	A				física, química	✓				no		
fluorescente	Q	A				4 4	✓				no	✓	
fósforo	QA				química		✓				no		

9

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
fotosintesis	A					biología, química		✓			no		
espectrofotometría	A				química			✓				✓	
freática		A	A		hidrogeología, geografía			✓				✓	
género		A	A		biología					✓	no		
genético		A				biología, química				✓	no	✓	
gradiente	A					química, física,				✓		✓	
grado	A					química, física			escala (Temp), etc.	✓	no		
grupo													
hidrocarburo	A				química					✓	no		
hidráulico		A	A			física, ingeniería, hidrología				✓	no	✓	
hidratos	A				química					✓	no	✓	
hidroeléctrico/termal		A	A			física				✓		✓	
hierro	A				química			✓					
Fe	A				"			✓					
hongos		A	A			biología, micología, etc.				✓	no		
incubación	A	A				biología, microbiología				✓	no		
ind/mL		A	A		microbiología			✓			no		
individuos		A	A			biología, microbiología				✓	✓		

10

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
indicador	A					química, ecología, etc			disciplina	✓	no	✓	
índice		A							"	✓	no	✓	
inorgánico	A				química					✓	no	✓	
insecto		A	A		biología			✓			✓		
insecticida	A	A				química, biología				✓			
intoxicación	A	A				" " toxicología				✓	no		
inundación		A	A			geografía, hidrogeología				✓	no		
isótopo	A	A			"	química, física		✓					
lago	A		A			limnología, geografía				✓			
laguna		A	A			" "				✓			
larvas			A	A	biología								
limnológico	A		A		limnología					✓			
limnología		A	A		"								
hipo/epilimnion	A		A					✓					
líquido	A	A				química, física					no		
litro	A	A						✓			✓		
mililitro	A	A						✓			✓		
magnitud	A	A								✓			

11

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
magnesio	Q A				química			✓			no		
materia	Q	A								✓	no		
media	A	Q			estadística				definición		no		
medio	A	Q				química, microbiología, et			disciplina		no		
medida	Q A				cs experimentales					✓	no		
medición		Q A			cs. experimentales					✓	no		
medir		Q A			"					✓	no		
medible			Q A										
mercurio	Q A				química			✓			no		
mesosaprobio				X									
metales	Q A				química	química, geología, etc.				✓	no		
método	Q A									✓	no		
microscopio		A	Q			biología, geología, física		✓			✓		
microorganismos	A		Q		microbiología					✓	no		
microalgas		A	Q		"					✓	no		
Microcystis				X									
microclima		A	Q			meteorología, hidrología				✓			
mililitro	Q A					química, biología, etc		✓			✓		

12

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
miligramo	Q A					química biología, física, etc.		✓			✓		
mineral	Q A					química, geología				✓	no		
mineralizar		Q A			química					✓	no		
mineralización		Q A			"					✓	no		
molécula	Q A					química, física, biología			Modelo de fuerzas		no		
molécular	Q A					" " "				✓	no		
muerte		A	Q			biología, toxicología							
muestra	Q A				cs experimentales					✓	no		
muestrear	Q A					química, análisis, etc.				✓	no		
naturaleza		Q A								✓	✓		
natural		Q A								✓	no		
nicho			Q A			biología, ecología					no		
nitrato	Q A				química			✓					
nitrito	Q A				"			✓					
nitrógeno	Q A				"					✓	no		
des/nitrificar	A	Q				química, microbiología				✓			
des/nitrificación	A	Q				" "				✓			
nitrilotriacético		Q	A		química			✓					

13

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
nitrosaminas		Q	A		química					✓			
nitrogenado	QA				química	química, agronomía, biología				✓	no		
nutrientes	A		Q			biología, agronomía				✓	no		
nutrimentos			QA										
nutrición			QA										
oligotrofia			QA										
oligotrófico			QA										
oligosaprobio				X									
olor	Q	A								✓	no		
organismo	A	Q								✓	no		
ortofosfatos		QA			química			✓					
oxidar	QA				"			✓			no		
oxidado	QA				"					✓	no		
oxidación	QA				"			✓			no		
oxidante	QA				"					✓	no		
oxigeno	QA				"			✓			no		
des/oxigenación		QA			"					✓	no		
des/oxigenado	Q	A			"					✓	no		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
parámetro	QA									✓	no		
partículas	QA					química, física, meteorología, etc.			disciplina y entorno	✓	no		
patrón	Q	A				" "				✓	no	✓	
peces	A		Q		biología					✓	✓		
pesticidas	A	Q				química, agronomía				✓	no		
petróleo	QA					" , geología, ingeniería				✓	✓		
petroquímica		QA				" " "				✓			
pH	QA				química	qca, " , biología, etc.			definición		no		
plancton		A	Q		biología					✓	no		
fito/zoo plancton		A	Q		"					✓	no		
plata	QA				química			✓			no		
plomo	QA				"			✓			no		
Pb	QA				"			✓					
plutonio		Q	A		"	química, física		✓			no		
población		QA				ecología, biología				✓	no		
poluido													
poluto			QA										
polución		QA				química, meteorología, climatología				✓	no		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGUN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
potasio	QA				química			✓					
potable	A	Q			química	medicina, microbiología				/			
potabilidad		AQ			"					✓	no		
potabilización/do	Q	A			"					/	no		
potabilizado			QA										
precipitado	QA				"					✓	no		
precipitación	QA				"					/	no		
presión	QA					química, física, meteorología		✓			no	✓	
productividad			QA										
protozoos		A	Q			biología, microbiología				✓			
pruebas			QA										
pseudomonas	A		Q		microbiología				[illegible]				
químico	QA									✓	no		
quimismo			QA										
bioquímica			QA										
petroquímica		QA				química geología [illegible]				/	✓		
fisicoquímico	Q	A				química, física				✓	no		
reacción	QA				química					✓	no		

[illegible] en Argentina

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGUN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
reaccionar	QA				química					✓	no		
recurso	A	Q				ecología, biología, física				✓	no	✓	
río	A		Q			biología, ludiología, geología				/	/		
rotíferos				X									
sal	QA				química					✓	no		
salinidad		QA			"					/	no		
Salmonella	A		Q		microbiología				[illegible]				
saneamiento		A	Q			ingeniería				/	no		
sedimento	QA					química, fís. ecología, geología				✓	no		
sedimentar	QA					"				/	no		
sedimentación		QA				"				/	no		
sedimentado		QA				"				/	no		
sensor	QA					química, física, electrónica				✓	no		
sistema	QA									/	no		
sólidos	QA					química, física				/	no		
soluble	QA				química					✓	no		
solubilización	QA				"					✓	no		
solubilizar	QA				"					✓	✓		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
solución	QA				química	geo, matemática, etc.				✓	no		
disolución		QA											
solvente	QA				"					✓	no		
disolvente		QA			"					✓			
sulfato	QA				química			✓					
sulfuros	QA				"			✓			no		
sulfurado		QA			"					✓	no		
sulfhídrico	QA							✓				✓	
superficie		QA				física, química				✓	no		
suspensión	QA					" "				✓	no		
suspendido		QA				" "				✓	no		
sustancias	QA				química					✓	no		
taxonómico		A	Q		biología								
temperatura	QA					química, física, etc.				✓	no		
tensión		QA				física, química				✓	no		
térmica	QA					" "				✓	no	✓	
tóxico	QA					química, medicina, toxicología				✓	no		
toxicológico		QA				" "				✓	no		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
ecotoxicológico	A		Q							✓			
toxicidad	QA					química, biología, toxicología				✓	no		
toxinas		QA				" " "				✓	no		
intoxicación	QA					" " "				✓	no		
tratar	QA									✓	no		
tratamiento	QA									✓	no		
tratado	QA									✓	no		
oligotrófico		A	Q							✓			
eutrófico		A	Q							✓			
distrófico				X									
trófico		A	Q							✓			
turbidez	QA					química, física				✓	no		
turbiedad			QA										
turbulencia		QA				química, física, metódica				✓	no		
turbulento		QA				" " "				✓	no		
turbio		QA				" "				✓	no	✓	
bioturbación				X									
uranio		QA			química	química, física		✓			no		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGUN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR
variable	QA									√	No		
variación	QA									√	√		
variar		QA								√	√		
variabilidad	QA									√			
vegetación	A	Q				biología ecología				√	√		
vegetales		A	Q		biología					√	√		
vertido	A	Q								√	(no)		
vida		QA								√	(no)		
zinc	QA				química			√			(no)		
Zn	QA				"			√			No		

ENCUESTA RESPONDIDA POR
GRISELDA ALSINA, MAGISTER EN BIOLOGÍA,
INVESTIGADORA-DOCENTE EN EL ÁREA DE ECOLOGÍA
DEL INSTITUTO DEL CONURBANO
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SARMIENTO

Geol = Geología
Cs de la T = Ciencias de la Tierra

	COLUMNA 1				COLUMNA 2			COLUMNA 3				COLUMNA 4	
	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
ácido	X					Biol / Geol		X				X	
acidez	X					11		X				X	
acidificación	X					11		X				X	
acidificado	X					11		X				X	
acuático	X					11		X				X	
acuífero	X				Cs de la T			X				X	
agente	X					Biol / Geol		X				X	
agua	X					11					X		
alcalinidad	X					11		X				X	
alcalino	X					11		X				X	
algas	X					Biol / Geol		X					
algal	X				Biol			X				X	
microalgas	X				Biol			X				X	
ambiente	X					Biol / Geol		X					
amiental	X					11					X		
ambientalistas	X					11					X		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
amonio	X					Biol / fca		X					
amoníaco	X					"		X					
amoniacal	X					"		X					
análisis	X					"				X			
analizar	X					"				X			
analítico	X					"		X					
arsénico	X					"		X					
atmósfera	X					Biol / Geo		X					
bacterias	X					"				X		?	
bacteriana	X					"				X			
bactérica	X				Biol	"				X			
bactericida	X					"					X		
bacteriológico	X					"					X		
enterobacterias	X				"					X			
anaerobiosis	X					"		X				X	
bioacumulación	X				"			X				X	
biocenosis	X				"			X				X	
biocidas	X					"				X			

2

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
biodegradable	X					Biol / Geol				X			
bioensayos	X					"				X			
biogeográficas	X					"				X			
biología	X					"		X					
biológico	X					"		X					
biomasa	X					"		X					
bioquímica	X					"		/		X			
bioresistente	X					"		X					
biosfera	X					"		X					
biota	X					"		X					
bioturbación				X									
cadmio	X					Biol / Geol		X					
calcio	X					"		X					
calidad	X					"				X			
cauce	X					Biol / Geol		X					
cianofitas		X			Biol			X					
cianoficeas		X			"			X					
cyanophyceae		X			"			X					

3

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
clases	X					Bark / fuel		X				X	
clasificación	X					"					X		
clasificar	X					"					X		
clorofila	X					"		X					
cloroficeas	X				Bark	"		X					
eucloroficeas	X				"			X					
cloruro	X					Bark / fcc		X					
cloro	X					"		X					
clorofila	X					"		X					
clorado	X					"		X					
cloración	X					"		X					
hexacloruro	X					"		X				X	
policlorados	X					"		X				X	
dicloro		X				"		X				X	
tricloroacético		X				"		X				X	
cobre	X					Bark / fhar		X					
Cu	X					"		X					
color	X					"				X			

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
colorimetría		X				Bark / fcc		X				X	
compuesto	X					Bark / fcc		X					
comunidad	X					Bark / fhar		X					
concentración	X					" / fcc / fhar		X					
conductividad	X					Bark / fcc		X					
consumo	X					Bark / fhar		X					
contaminación	X					Bark / fhar					X		
contaminado	X					"					X		
contaminante	X					"					X		
cromo	X					Bark / fcc		X					
dicromato	X					"		X				X	
cromatografía	X					"		X				X	
Cr	X					"		X					
cuenca	X					Bark / Suelo T		X					
curso	X					"		X					
demanda bioquímica de oxígeno	X					Bark / fcc		X					
DBO	X					"		X					

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
DQO	X					Biol | fco		X					
degradar/se	X					"		X					
biodegradable	X												
degradado	X												
degradable	X												
degradación	X												
degradadores	X												
degradabilidad	X												
densidad												X	
pura										X		X	
pureza										X		X	
autodepuración								X				X	
depuración								X				X	
depurar												X	
depurado												X	
dilución												X	
diluido												X	
diluir												X	

6

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
ióxido						Biol fco		X					
isminuir						" fael				X			
isminución						"				X			
isolución						Biol fco		X					
isolvente						"		X					
isponible						Biol | fael				X			
isponibilidad						"				X			
isponer						"				X			
iversidad						"		X					
ureza						Biol fco		X					
uras						"		X					
cotoxicológica					Biol			X					
cosistema								X					
cológico								X					
cología								X					
fluentes						Biol | fco		X					
nergía						Biol | fael		X					
nergético						"		X					

7

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
nsayos						Biol / Ecol				X			
ioensayos								X					
scherichia [coli]					Biol			X					
species						"		X					
uglenophyceae		X			Biol								
uglenofitas		X			Biol								
utrofiza/cación													
utrofia													
utrofizado													
utrofizante													
valuar						Biol / Ecol				X			
valuación										X			
volución								X					
xplotación													
xplotar													
xplotado													
xplotable													
xplotador													

2

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
auna						Biol / Ecol				X		X	
értil													
ertilizar													
ertilizante													
ertilidad													
ertilización													
enol						Biol / Ecol		X					
isico													
isicoquímico													
isica													
itoplancton					Biol								
nicro/macrofitos					Biol								
apróftos					11							X	
loraciones						Biol / Ecol							
lujo													
luorescencia		X											
luorescente		X											
ósforo													

9

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...	SE SUELE USAR SOLO
otosíntesis						Biol / Fco.		X						
espectrofotometría						y		X						
reática						Biol / Fco.		X						
género								X				X		
genético								X						
gradiente											X			
grado											X			
grupo								X				X		
hidrocarburo								X				X		
hidráulico											X	X		
hidratos								X				X		
hidroeléctrico/termal								X				X		
hierro														
Fe														
hongos														
incubación												X		
ind/mL												X		
individuos												X		

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...	SE SUELE USAR SOLO
indicador						Biol / Fco.		X				X		
indice								X				X		
inorgánico										X				
insecto								X						
insecticida								X						
intoxicación										X				
inundación										X				
isótopo								X				X		
lago										X				
laguna										X				
larvas								X						
limnológico					Biol									
limnología														
lipo/epilimniom														
liquido						Biol / Fco.								
litro												X		
mililitro												X		
magnitud										X				

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
magnesio						Bre / fnal		X					
materia													
media													
medio													
medida													
medición													
medir													
medible													
mercurio								X					
mesosaprobio		X			Bre			X				X	
metales													
método												X	
microscopio													
microorganismos													
microalgas													
Microcystis		X			Bre			X					
microclima													
mililitro												X	

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
miligramo						Bre / fnal						X	
mineral													
mineralizar													
mineralización													
molécula												X	
molécular													
muerte													
muestra													
muestrear													
naturaleza										X	X		
natural										X	X		
nicho												X	
nitrato												X	
nitrito												X	
nitrógeno													
des/nitrificar													
des/nitrificación													
nitrilotriacético		X											

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
nitrosaminas		X				Biol / fca		X					
nitrogenado						"		X					
nutrientes						Biol / fcal							
nutrimentos													
nutrición													
oligotrofia					Biol								
oligotrófico													
oligosaprobio		X											
olor						Biol / fcal							
organismo						"							
ortofosfatos		X				Biol / fca		X					
oxidar													
oxidado													
oxidación													
oxidante													
oxígeno													
des/oxígenación													
des/oxígenado													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
parámetro						Biol / fcal				X		X	
partículas										X			
patrón										X			
peces										X			
pesticidas										X			
petróleo								X					
petroquímica								X					
pH						Biol / fca						X	
plancton					Biol								
fito/zoo plancton					"								
plata						Biol / fcal							
plomo													
Pb													
plutonio													
población												X	
poluído													
poluto													
polución													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
potasio						Bot / Fol							
potable												X	
potabilidad													
potabilización/do													
potabilizado													
precipitado													
precipitación													
presión													
productividad													
protozoos					Biol								
pruebas													
pseudomonas		X			Biol								
químico													
quimismo													
bioquímica													
petroquímica													
fisicoquímico													
reacción													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
reaccionar						Bot / Fol				X		X	
recurso										X		X	
río										X			
rotíferos		X			Bot			X					
sal												X	
salinidad												X	
Salmonella					Biol			X				X	
saneamiento													
sedimento													
sedimentar													
sedimentación													
sedimentado													
sensor													
sistema													
sólidos													
soluble													
solubilización													
solubilizar													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
solución						Bol / fco							
disolución													
solvente													
disolvente													
sulfato													
sulfuros													
sulfurado													
sulfhídrico													
superficie													
suspensión													
suspendido													
sustancias													
taxonómico													
temperatura													
tensión													
térmica													
tóxico													
toxicológico													

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
ecotoxicológico					Bol								
toxicidad						Bol / fal							
toxinas													
intoxicación													
tratar													
tratamiento													
tratado													
oligotrófico													
eutrófico													
distrófico													
trófico													
turbidez						Bol / fca							
turbiedad													
turbulencia						Bol / fal							
turbulento													
turbio													
bioturbación													
uranio						Bol / fal							

	ES MUY FRECUENTE	ES POCO FRECUENTE	NO SE USA	NO LO CONOZCO	ES ESPECÍFICO DE ...	SE USA TANTO EN .... COMO EN ...	NO ES DE MI DISCIPLINA	SU SIGNIFICADO ES MUY PRECISO	TIENE MÁS DE UN SIGNIFICADO SEGÚN...	TIENE UN SIGNIFICADO MUY GENERAL	TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE LE DAMOS COTIDIANAMENTE	NO SE SUELE USAR SOLO	VA SIEMPRE ACOMPAÑADO POR ...
variable	X					Bot / Fisica					X		
variación	X					"					X		
variar	X					"					X		
variabilidad	X					"					X		
vegetación	X					"					X		
vegetales	X					"					X		
vertido	X					"					X	X	
vida	X					"					X		
zinc	X					"		X					
Zn	X					"		X					