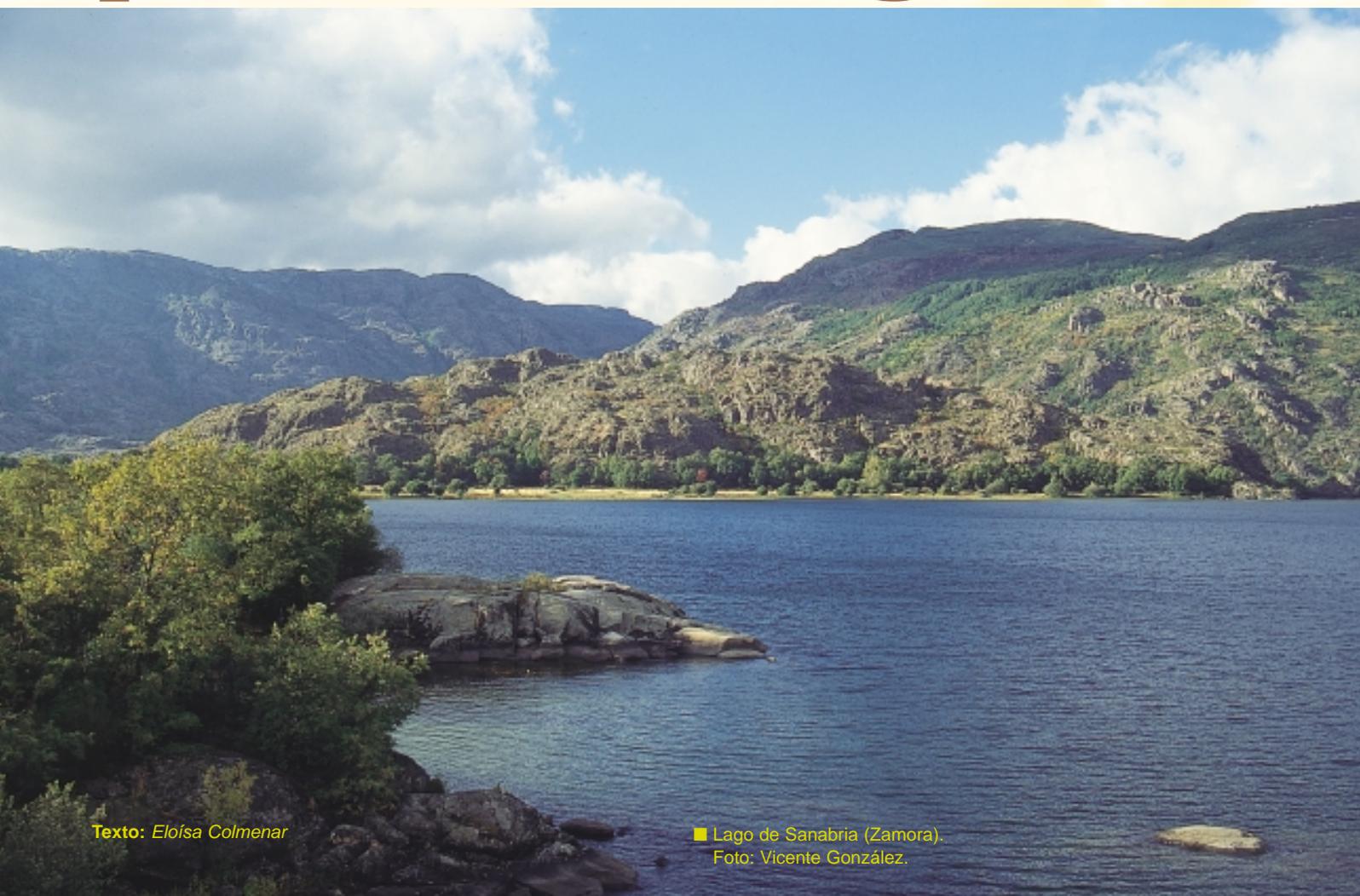


La Limnología estudia los fenómenos físicos y biológicos relativos a las aguas continentales

Un termómetro para las aguas



Texto: Eloísa Colmenar

■ Lago de Sanabria (Zamora).
Foto: Vicente González.

La Limnología es la ciencia que estudia los fenómenos físicos y biológicos relativos a los lagos. La etimología de Limnología permite traducirla como ciencia de los lagos; pero la raíz griega limne hace referencia a una divinidad asociada a las aguas en general, y por tanto, resulta aplicable lo mismo a lagos que a fuentes, o a otro tipo de aguas. En los estatutos de la Sociedad Internacional de Limnología (1922) se la considera como el estudio del conjunto de aguas dulces o epicontinentales. En realidad, Limnología puede designar el estudio de toda clase de aguas continentales o epicontinentales, fluyentes o estancadas, según apuntó el profesor Margalef en 1983.



■ Muestreo de macroinvertebrador en el río Pisuegra.
Foto cedida por el CEDEX.

Al Profesor Ramón Margalef se le puede considerar como el iniciador de la Limnología en España y una figura insignia en el mundo de las ciencias naturales. Sus numerosos trabajos en el campo de la Limnología le han convertido en una autoridad mundial, como lo demuestra el Premio Huntsman, máximo galardón de oceanografía y limnología, otorgado en 1980 por el Instituto Bedford de Oceanografía de Halifax (Canadá) y la reciente nominación para el Príncipe de Asturias.

ECOLOGÍA DE LAS AGUAS NO MARINAS

La Limnología, que se usa también como sinónimo de ecología de las aguas no marinas, ha sido y es semillero de varios temas importantes relacionados con la ecología general, según se desprende del libro que a esta ciencia dedica el profesor Margalef. Algunos de estos temas se refieren al carácter oportunista de las especies que viven en aguas efímeras o temporales, que incide sobre su biología de la reproducción y que pueden servir de modelo de estrategias di-

vergentes o alternativas en la evolución, especialmente cuando dichas especies se comparan con las que viven en aguas de permanencia mayor. Así pues, la dispersabilidad de organismos de aguas temporales, con sus implicaciones genéticas y biogeográficas es uno de los grandes temas que contempla.

Igualmente se dedica esta ciencia a analizar y clasificar la tipología de los lagos en torno al eje oligotrofia-eutrofia, con el reconocimiento de la función maestra del fósforo en la regulación de los procesos de eutrofización, lo que permite examinar de cerca la organización de los ecosistemas y el desarrollo de la biosfera primitiva.

Se puede decir pues que las bases de la Limnología son la delimitación, el volumen y la configuración de las aguas epicontinentales; el estudio del agua y las sustancias que lleva en solución; la energía radiante y mecánica en el agua; la ocupación de las aguas continentales y la proyección geográfica y ecológica de la evolución, al igual que la organización, teoría y modelos de los ecosistemas. Por otro lado, la Limnología se centra en los organismos, su autoecología y las comunidades. En este sentido contempla:

la ecología del fitoplancton; el zooplankton; las algas del bentos; los invertebrados bentónicos; los peces, los demás vertebrados en relación con los ecosistemas acuáticos, las bacterias y hongos.

Además, la Limnología contempla de forma especial los lagos —su delimitación, tipología y productividad—; los ríos —las aguas fluyentes como sistema ecológico, la ordenación de comunidades fluviales y la contaminación de los cursos de agua—, y los embalses (entre los ríos y los lagos), su incidencia y los rasgos distintivos de la limnología de los embalses. La integración y regulación del ecosistema; los ecosistemas forzados —las causas de la eutrofización de los lagos— o las comunidades acuáticas en condiciones extremas, como las aguas salinas o las marismas o los estuarios que también requieren la atención de la Limnología, y que tampoco olvida todo cuanto a sedimentación se refiere.

THIENEMANN Y NAUMANN, DOS FIGURAS CLAVES EN EL ESTUDIO DE LOS LAGOS

El preludeo de la limnología, que es una ciencia relativamente reciente, tuvo una marcada inspiración utilitaria. El hombre utilizó las aguas dulces como defensa (palafitos), suministro de agua, evacuación de residuos y medio de transporte. Las aglomeraciones humanas se han desarrollado favorablemente al lado de los ríos, y plantas y animales acuáticos han sido desde antiguo utilizados como alimento. De ahí el gran interés por conocer todo cuanto se refiere tanto a los ríos como a los lagos.

La Limnología actual, especialmente en Europa, sigue mostrando la influencia duradera de dos científicos, Thienemann y Naumann, dos naturalistas que trabajaron con mucha armonía en el desarrollo de la ciencia limnológica. Einar Naumann era sueco y se ocupó especialmente de los lagos profundos y de aguas muy puras en la región montañosa de su país, aunque tocó muchos otros temas de interés limnológico en general, como la interpretación funcional de la morfología del fitoplancton o las relaciones entre concentración de nutrientes en el agua y fitoplancton. August Thienemann sintió una gran atracción por la tipología de los lagos, punto de entronque de sus trabajos con Naumann, y por



la disminución del contenido del oxígeno en la capa profunda de los lagos más productivos (más eutróficos) y por la fauna de dichos lagos. Ambos se conocieron en 1921 y al año siguiente proponen la creación de la Sociedad Internacional de Limnología, con los fines específicos de esta ciencia.

LOS PELIGROS DE LA EUTROFIZACIÓN

Fue precisamente durante el estudio de los lagos del norte de Alemania y Suecia, llevados a cabo por Thienemann y Naumann a principios del siglo XX, cuando se empleó el término eutrofización (que en sentido etimológico significa “buena alimentación”) para explicar las diferencias observadas entre ambos tipos de lagos: unos, los suecos, claros y cristalinos, otros, los alemanes, turbios y opacos. Aunque esta alteración puede darse por causas naturales, la actividad humana —sobre todo mediante el empleo de productos fosfatados, tales como detergentes, algunos fertilizantes y plaguicidas— no sólo la acrecienta en las zonas naturalmente afectadas, sino que la provoca en aguas en las que, de por sí, nunca hubiera ocurrido. En este último caso se habla de “eutrofización cultural”, por oposición a la natural.

El síntoma más característico de que un lago está eutrofizado es el color verde del agua debido a un aumento de algas

■ Otro organismo indicador de aguas limpias es el tricóptero Limnephilidae.
Foto cedida por el CEDEX.

El síntoma más característico de que un lago está eutrofizado es el color verde del agua debido a un aumento de algas (fitoplancton), originado por un exceso de nutrientes en disolución



■ El tricóptero Hydropsychidae denota que la calidad del agua es media-baja. Foto cedida por el CEDEX.

La base de la Limnología, entre otras, es el estudio del agua y las sustancias que lleva en solución

(fitoplancton), originado por un exceso de nutrientes que se encuentran en disolución en sus aguas. Estos nutrientes –así llamados por ser las sustancias necesarias para el crecimiento de los organismos– son principalmente el carbono, el nitrógeno y el fósforo. Los dos primeros se encuentran en las aguas en cantidades suficientes en forma natural, pero no así el fósforo, que se convierte en elemento regulador del crecimiento de las algas, ya que éstas lo necesitan para fabricar metabólicamente los compuestos que proporcionan energía a sus células.

Cuando en un lago cuya agua se encuentra en condiciones de equilibrio se vierten aguas residuales urbanas, agrí-

colas o industriales, el contenido de fósforo de éstas puede provocar una masiva reproducción de algas, así como su consiguiente muerte también en grandes cantidades. La materia orgánica procedente de las algas muertas es fuente de alimento para las bacterias descomponedoras, que consumen una importante cantidad de oxígeno del agua para llevar a cabo su función. Así, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se incrementa. Cuando el aumento de la materia orgánica de las aguas es desmesurado, la cantidad de oxígeno presente en el agua puede no ser suficiente para oxidarla, de forma que los procesos de eliminación de materia orgánica pasan a ser anaerobios en el fondo de los lagos o embalses: de proceso de oxidación se convierten en procesos de reducción con la consiguiente aparición de ácido sulfhídrico (olor a huevo podrido), metano y sulfuro de hierro que da el color negro a los sedimentos. Éstos se convierten en uno de los mejores indicadores del estado de las aguas.

Es evidente que si la cantidad de oxígeno disuelto en el agua ha sido completamente eliminado o muy reducido, cualquier organismo que necesite de este elemento para vivir no podrá desarrollarse en ella. En tales circunstancias, las poblaciones de peces y de muchos invertebrados acuáticos desaparecen, quedando convertido lo que antes era un bello ámbito de aguas limpias y rebosantes de vida en una masa de agua turbia, sucia, con mal olor y, por supuesto, muerta.

No hay que olvidar por otro lado que los tramos medios y bajos de los ríos, los lagos naturales y los embalses, recogen la mayor parte de los contaminantes. Ade-

UTILIDAD DE ESTA CIENCIA PARA LA TOMA DE DECISIONES

El papel de las administraciones en la protección del entorno natural se debe centrar, en el desarrollo de estrategias de gestión como la toma de decisiones en relación con la depuración de las aguas, reglamentación de vertidos, problemas sanitarios diversos o cuestiones relativas al gobierno de cuencas fluviales, la piscicultura y pesca fluvial, la evaluación de la capacidad de refrigeración de aguas naturales o los problemas que surgen por las peculiaridades regionales en la composición química de las aguas. La Limnología se presenta como una ciencia de gran utilidad para la toma de decisiones, especialmente cuando se parte de una visión global que acepte que las aguas naturales son el mejor indicador del grado de salud de los ecosistemas terrestres.



■ Cuando en los ríos hay presencia del plecóptero Perlidae significa que las aguas están limpias. Foto cedida por el CEDEX.

La Asociación Española de Limnología se fundó en 1981 para fomentar y dar a conocer los estudios limnológicos en nuestro país

más, en las aguas quietas, los residuos procedentes de las actividades humanas también contribuyen a la eutrofización.

Las múltiples aplicaciones que la Limnología tiene en los diferentes campos y las vías de investigación abiertas se han visto reflejadas en el reciente Congreso de Limnología, organizado en Madrid el pasado mes de junio por la Asociación Española de Limnología.

XI CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LIMNOLOGÍA Y III CONGRESO IBÉRICO DE LIMNOLOGÍA

El Congreso recientemente celebrado en Madrid, en el antiguo Real Colegio de Medicina y Cirugía de San Carlos, un edificio histórico del siglo XIX, ha sido organizado por la Asociación Española de Limnología, con la organización técnica a cargo del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

La Asociación Española de Limnología (AEL) se fundó en 1981 para fomentar y dar a conocer los estudios limnológicos en nuestro país, dos años después se constituyó como filial de la Sociedad Internacional de Limnología (SIL) fundada en 1922. La AEL reúne a todos los estudiosos de los ecosistemas de las aguas continentales, con objeto de solucionar o paliar en lo posible, los problemas originados por el aumento de vertidos urbanos, agrícolas e industriales en embalses, lagos y ríos. Entre los miembros del AEL se encuentran tanto científicos como profesionales y aquellas personas interesadas en la gestión de las aguas continentales.

Entre los variados temas expuestos figuran algunos relacionados con la "ecotoxicidad y cianobacterias", con la aportación especial de A.Quesada que trató sobre "Cianobacterias en la Península Ibérica (¿con qué frecuencia son tóxicas?). Igualmente se trató sobre la Relación entre las diatomeas y las condiciones ambientales en los embalses españoles. Se expuso que "Durante los años 1999, 2000 y 2001 se estudió el fitoplancton y las principales características físico-químicas de 40 embalses localizados en diferentes cuencas hidrográficas españolas. En muestras de red y cuantitativas se han encontrado para el conjunto de embalses más de 200 es-

pecies de diatomeas. Tras los análisis correspondientes, parece deducirse que el factor que más influye sobre las comunidades de diatomeas es la mineralización del agua, y en segundo lugar, el estado trófico"

Otro de los temas abordados en el Congreso ha sido la Revisión de las zonas sensibles según el criterio de la eutrofización, y, entre otras cosas, se señaló que "La Directiva sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas tiene por objeto evitar daños al medio ambiente por vertidos de aguas residuales urbanas. El nivel de tratamiento que se debe aplicar a estas aglomeraciones urbanas tiene que ser el adecuado –primario, secundario o terciario– en función de determinadas características de las aguas receptoras. En el panel presentado en el Congreso se muestra la revisión de las zonas sensibles españolas de las cuencas que exceden del territorio de una comunidad autónoma, que se ha realizado en el CEDEX, según el criterio de eutrofización de las masas de agua".

Pero, sin duda fue la Directiva Marco del Agua y los proyectos relacionados con la aplicación de la misma, los que tuvieron una mayor relevancia en este Congreso. En este sentido la intervención sobre la "Tipología y Estados de referencia en los ríos mediterráneos: Aportaciones del Proyecto Guadalmed" se desprende que el



■ Si en un lago se vierten aguas residuales urbanas, agrícolas o industriales, el fósforo aumenta, las algas crecen y el lago se eutrofiza. *Arabaena spiroides*, indicador de eutrofización. Foto cedida por el CEDEX.

proyecto Guadalmed se ha desarrollado durante los años 1998 al 2001 en 12 cuencas de los ríos de la zona mediterránea del levante español con más de 150 puntos de muestreo. Han participado casi 20 investigadores de 6 instituciones (Universidad Barcelona, Illes Balears, Vigo, Murcia, Almería, Granada, CEDEX) con el apoyo de diversas instituciones, entre ellas la DGOHCA del MMA. Se han estudiado las comunidades de macroinvertebrados así como el bosque de ribera y se ha diseñado un índice de calidad de hábitat fluvial. De acuerdo con la Directiva Marco del Agua, es necesario establecer en los ríos los ecotipos y para cada uno de ellos sus estados de referencia. Se presentaron los resultados de un ensayo tipológico realizado en las cuencas estudiadas y se discute cómo establecer los estados de referencia. Las dificultades encontradas pretenden ser el punto de arranque del proyecto Guadalmed 2 que se inicia este año con el objetivo, entre otros, de establecer una metodología que permita definir ecotipos en los ríos mediterráneos de acuerdo con la Directiva y sus sistema B, así como delimitar de forma más clara los estados de referencia y las comunidades de macroinvertebrados que las caracterizan. En otras sesiones se han abordado otros aspectos de este proyecto, como “La calidad de las riberas de los ríos mediterráneos ibéricos” o la “Exploración de la tolerancia ambiental de las familias de macroinvertebrados acuáticos en ríos mediterráneos”.

Se celebró también una Mesa Redonda sobre las Repercusiones científicas de la Implantación de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea. Esta Directi-

va, publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas el 22 de diciembre de 2000, tiene entre sus puntos clave la protección de todas las aguas subterráneas y de superficie tanto en su calidad como en su cantidad dentro de una dimensión ecológica apropiada. Así establece que los vertidos y emisiones serán controlados mediante una aproximación mixta; la introducción de políticas de tasación y tarificación de aguas; la gestión integrada de las cuencas hidrográficas y el refuerzo de la participación pública. Se busca con esta Directiva evitar el deterioro y mejorar la cantidad y calidad de los ecosistemas acuáticos y conseguir un buen estado de todas las aguas en el plazo de 15 años desde la adopción de la misma. ■

■ La presencia del macroinvertebrador tricóptero *Polycentropodidae* en las aguas determina que la calidad de las mismas es media-alta. Foto cedida por el CEDEX.

