

# PRESENTACIÓN

## LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las aguas subterráneas son las más desconocidas y misteriosas en la cultura popular, seguramente debido a la imposibilidad de observarlas directamente. Esta dificultad ha generado a lo largo de la historia de la humanidad una gran cantidad de teorías explicativas sobre la procedencia y circulación de esta agua, que hasta el siglo XVII estuvieron muy alejadas de la concepción que la ciencia tiene en la actualidad. En general, al considerar que el agua de lluvia no era suficiente para justificar el agua que circulaba por los ríos tuvieron que proponer modelos que aludían a una circulación subterránea desde los océanos a los manantiales. En la actualidad, sabemos que el origen de la mayor parte de las aguas continentales son las precipitaciones y cuantificamos los recursos disponibles en base a su distribución en las cuencas hidrográficas.

La preocupación actual por la cantidad y calidad de las aguas subterráneas se refleja en el panorama legislativo europeo, así a finales del año 2006 el Parlamento Europeo promulgó la Directiva 2006/118/CE relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:372:0019:0031:ES:PDF>), que complementa la Directiva Marco del agua (Directiva 2000/60/CE). En esta nueva normativa se considera a las aguas subterráneas como un recurso natural valioso que como tal, debe ser protegido de la contaminación química y del deterioro. Esta circunstancia es especialmente importante para los ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas y para la utilización del agua destinada al consumo humano. También se considera que las aguas subterráneas situadas en las masas de agua utilizadas para la extracción de agua potable, o que se pretendan utilizar para esta finalidad en el futuro, deben ser protegidas de modo que se evite el deterioro de esas masas de agua. Otro reflejo de la preocupación actual por el agua de nuestra sociedad es el lema de la reciente Expo Zaragoza 2008: "Agua y desarrollo sostenible". El objetivo de las sesiones programadas de la Tribuna del Agua es el recopilar y sintetizar conocimiento universal para contribuir a reorientar y mejorar los modelos y sistemas vigentes en materia de agua y desarrollo sostenible para el siglo XXI, todo ello bajo la óptica de la innovación.

En este contexto de preocupación por el futuro del agua, este monográfico es el primero dedicado al agua y se centra en las aguas subterráneas. Tal como hemos comentado el conocimiento de las aguas subterráneas encierra una dificultad añadida que es la imposibilidad de visualizar el agua en los

acuíferos y de seguir los flujos subterráneos. Esto conlleva el que debemos dedicar una especial atención a como debemos tratar los conceptos relacionados con las aguas subterráneas en los distintos ciclos educativos: la Educación Primaria, la Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.

La revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra ha decidido publicar este monográfico que nace con el propósito de ofrecer a los docentes un volumen de información y de recursos que, dependiendo del nivel educativo al que vaya dirigida su enseñanza, le puedan ayudar a transmitir al alumnado los conceptos relacionados con el mundo de las aguas subterráneas. Tal como ya se ha informado, recordamos que próximamente la revista ofrecerá a sus lectores, en la página web de la AEPECT, los ficheros pdf de los artículos de este monográfico. En estos ficheros se podrán consultar muchas de las ilustraciones en color que, en el caso de algunas figuras especialmente complejas, facilitarán la tarea del lector.

El monográfico se divide en los bloques que caracterizan nuestra revista: *tema del día*, *fundamentos conceptuales* y *didácticos*, *investigación educativa* y *experiencias e ideas para el aula*; a los que se ha añadido un bloque nuevo, *las aguas subterráneas en el territorio español*, que reúne aquellos artículos que tratan las aguas subterráneas desde un punto de vista regional, es decir, describiendo las características de algunos acuíferos ubicados en distintos puntos de la geografía española, pero a la vez ejemplos de distintas tipologías de los principales sistemas acuíferos que podemos encontrar.

Para iniciar el monográfico, en el *tema del día*, se pone a debate "los problemas del agua en España: análisis de una realidad", desde la óptica de la nueva cultura del agua. Este artículo nos da una visión de conjunto de la compleja realidad de la situación actual de la gestión del agua y ofrece una lectura diferente de los tópicos que rodean a los planes hidrológicos. El autor, como iniciador del término *Nueva Cultura del Agua*, nos da una visión de primera mano de lo que significa y de cuales son las alternativas de futuro, basadas en tres grandes pilares: naturaleza, recurso y cultura.

El bloque dedicado a los *fundamentos conceptuales* y *didácticos* contiene cinco artículos que tratan, desde los conceptos más básicos sobre las aguas subterráneas hasta conceptos implicados en la modelización para la gestión de recursos hídricos y los problemas de contaminación más comunes. Así, el primero de ellos responde de manera asequible a 10 preguntas elementales sobre conceptos básicos

relativos al origen y presencia de agua en el suelo, las propiedades que determinan la posibilidad de su almacenamiento, flujo y explotación, así como las características físico-químicas más destacadas. El segundo presenta la gestión sostenible de los recursos hídricos y el papel que los modelos tienen al reproducir la situación existente y permitir la simulación de escenarios de gestión sobre la cantidad y la calidad de los recursos. Los dos artículos siguientes tratan las dos problemáticas de deterioro de la calidad química de las aguas subterráneas más extendidas en nuestra geografía: la contaminación por nitratos y la salinización de las aguas por intrusión marina. En cada uno de estos casos se analizan las causas y la extensión de la problemática en el territorio español. Para finalizar este bloque se aborda una de las aplicaciones actuales de los acuíferos costeros, su uso para la captación de agua para las plantas desaladoras. Es una manera de entrar a conocer las plantas desaladoras, cada vez más utilizadas en el litoral gracias a los avances de la tecnología, a partir de plantearse la procedencia del agua que utilizan.

El apartado de *investigación educativa* tiene dos artículos que presentan la problemática de comprensión de los alumnos del ciclo del agua, sobre todo de la parte subterránea de este ciclo. En un primer artículo se analizan las representaciones del ciclo del agua de alumnos de primer ciclo de la educación secundaria obligatoria en tres momentos: al inicio de la secuencia de enseñanza-aprendizaje, durante la intervención educativa y un año después. Los resultados obtenidos corroboran la dificultad de comprensión intrínseca de la dinámica de las aguas subterráneas y pone en evidencia que para mejorar hay que utilizar recursos que permitan su visualización. El segundo artículo presenta el análisis de las ilustraciones presentes en los libros de texto de Educación Primaria, para poner de manifiesto la posible relación entre dichas imágenes y las ideas de los alumnos.

El bloque dedicado a las aguas subterráneas en el territorio español contiene cuatro artículos, elegidos como ejemplos de distintos tipos de acuífero y a la vez representativos de distintos puntos de la geografía española. Como ejemplo de acuíferos detríticos del litoral Mediterráneo se tratan los acuíferos del valle bajo y delta del Llobregat, de primordial importancia para el Área Metropolitana de Barcelona. Se caracterizan los acuíferos que los integran, la calidad de sus aguas y la gestión que se desarrolla. De las zonas costeras atlánticas se describe el entorno hidrogeológico de Doñana, las ca-

racterísticas del sistema acuífero, su funcionamiento, la calidad de sus aguas, su relación con los humedales y su gestión. La explotación de los recursos hídricos de la cuenca sedimentaria terciaria de los alrededores de Madrid, para abastecer a su Área Metropolitana, ha dado pie a conocer el comportamiento de los materiales detríticos que la integran en el denominado: Acuífero Terciario Detrítico de Madrid. Se analiza el pasado el presente y el futuro de este sistema acuífero. Por último, se tratan los acuíferos de tipo kársticos caracterizados por una gran heterogeneidad organizada que suele condicionar tanto el almacenamiento o reservas, como el flujo. Se describe su especificidad, la tipología de acuíferos kársticos y la metodología de investigación en algunos casos del País Vasco.

En el apartado de *informaciones* al final de la revista, se describen los objetivos y las actividades que comporta la Exposición Internacional de Zaragoza 2008: El agua como soporte de la vida y como recurso para el desarrollo humano.

En el último bloque dedicado a las *experiencias e ideas para el aula*, se presentan dos actividades con modelos tipo maquetas que son complementarias. En la primera de ellas, "el ciclo del agua en una garrafa", se describe una maqueta que construyen los alumnos para estudiar el concepto de cuenca hidrológica y la dinámica de los procesos implicados en el ciclo del agua. En la segunda se describen las fases de diseño y construcción, utilizando materiales asequibles, de modelos que representan distintos tipos de acuíferos, para facilitar la comprensión de los aspectos básicos relacionados con las aguas subterráneas.

Para terminar esta presentación quiero dedicar unas palabras de agradecimiento a cada uno de los autores que han hecho posible la confección de este monográfico. Es sin duda un orgullo y un privilegio para esta Revista haber podido contar con su participación, cada uno con su especial aportación, con su grano de arena, para conseguir este primer monográfico sobre las aguas subterráneas.

Desde la revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra deseamos que los conocimientos, recursos e informaciones que se presentan a lo largo de los 14 artículos sean útiles para orientar a los profesores de los distintos niveles educativos, en la realización de los temas relativos a las aguas subterráneas.

**Joan Bach**  
Universitat Autònoma de Barcelona.