

**Universidad Complutense de Madrid**  
**Facultad de Educación - Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales**

Experimentos para el Aula

Modelos de Acuíferos Subterráneos

Es frecuente que cuando se piensa en el ciclo del agua, o bien haya un olvido de la fase subterránea, o estas aguas sean relegadas en cuanto a su importancia a un segundo plano. Cuando esto sucede y solo se tienen en cuenta las fases superficial y aérea, se está contemplando sólo una parte del ciclo, es decir, un ciclo incompleto y por tanto incorrecto desde el punto de vista científico.

Esta desatención hacia las aguas subterráneas se explica por su ubicación en el subsuelo, lo que las convierte en aguas invisibles y, como se ha señalado en numerosas ocasiones, en las grandes olvidadas y desconocidas por el público en general. Sucede incluso que, en las ilustraciones del ciclo hidrológico que aparecen en los textos escolares, se omiten las aguas subterráneas con cierta frecuencia o se representan incorrectamente. Existe por tanto un gran desconocimiento general acerca de la naturaleza y funcionamiento de unas aguas que constituyen la mayor reserva de agua dulce que existe en la Tierra, si se dejan aparte los hielos de las zonas glaciares.

Al no poderse contemplar directamente y no disponer de referencias directas, hay una cierta dificultad para imaginar y generar modelos mentales que ayuden a entender lo que ocurre en esta fase subterránea del ciclo. Los esquemas, conceptos y explicaciones que se encuentran en los textos y manuales carecen a veces de sentido para quien los lee, y no siempre se interpretan correctamente. Estas dificultades se traducen en obstáculos para entender, apoyar o impulsar medidas racionales de gestión, utilización, o preservación de los acuíferos subterráneos

Se pueden paliar en parte estas dificultades, al menos en cuanto comprender conceptos y procesos muy elementales, si tanto en el medio escolar, como de cara al público en general se manejan modelos sencillos que traten de representar el funcionamiento de las aguas subterráneas. Hay que tener en cuenta que los modelos son grandes simplificaciones de una realidad muy compleja, por lo que simplemente ayudan a entender algunos conceptos y causas, y a formar esquemas mentales más correctos, pero no son una copia de la realidad.

Los modelos que se proponen a continuación se inspiran en los esquemas que aparecen frecuentemente en los textos, mediante los que se ilustran diversos aspectos acerca del funcionamiento de las aguas subterráneas. Se trata de sustituir los esquemas en el plano por modelos espaciales, utilizando materiales que simulen las propiedades y condiciones de aquello que se intenta representar. Al mismo tiempo, al entrar en funcionamiento a medida que se les suministra agua y esta penetra y discurre, o no, a través de los materiales, se pasa de representaciones estáticas a otras dinámicas, más cercanas a lo que ocurre en la realidad.

- La confección de estas representaciones sencillas se basa en la utilización de materiales de uso cotidiano, fácil adquisición y bajo precio. Los recipientes en los que se construyen son cajas de plástico de diversos tamaños en función de lo que se intente reproducir. Para representar los materiales terrestres se utilizan gravas y arenas de diferentes granulometrías para simular los materiales permeables, y arcillas para los impermeables.



*Gravas en recipientes de plástico.*



*Las arenas y arcillas simulan capas alternantes de materiales permeables e impermeables. En este caso, un río encajado en su valle fluvial. Las arenas superiores se comportan como acuíferos libres, y drenan sobre las arcillas intermedias dando lugar a fuentes de ladera.*

Estos materiales pueden recogerse directamente en el campo y tamizarlos, o comprarlos en bolsas de distintos tamaños en lugares de venta de materiales de construcción, o en tiendas de mascotas y jardinería.

- Los conceptos más sencillos, como la infiltración, la ubicación de las aguas infiltradas en los huecos/poros/fisuras de las rocas, la altura del nivel freático, su relación con la superficie del terreno, la formación de zonas pantanosas en la superficie, las subidas y bajadas de dicho nivel en función de las precipitaciones, etc., se simulan fácilmente con un simple recipiente lleno de grava al que se le añadirá agua. En caso de que el color de los materiales no permita visualizar fácilmente la altura del nivel freático el agua puede colorearse.



*La presencia de colorantes permite una más fácil visualización del flujo de las aguas y de la situación del nivel freático.*

- Para desaguar los modelos, o ver la disposición y los cambios del nivel freático durante las experiencias, se pueden practicar en los laterales de los recipientes unas perforaciones en las que se insertarán tubos de plástico transparente (por ejemplo de bolsas de suero o sondas de orina de las utilizadas en los hospitales). Con un destornillador o similar calentado a la llama de un mechero, se perfora un orificio en el lugar previamente seleccionado de la pared del recipiente. A continuación, y para evitar pérdidas de agua, se sella tubo y recipiente con plastilina o pegamento.



*Detalle de las perforaciones laterales que funcionan como pozos, y permiten visualizar la altura del nivel freático y desaguar los modelos tras su uso.*

- La facilidad, dificultad o imposibilidad de transmisión de las aguas en distintos tipos de materiales, permite acercarse a los conceptos de acuíferos y acuícludos, o porosidad y permeabilidad. En el caso de gravas o arenas, y a medida que desciende el tamaño de los fragmentos, se puede percibir la creciente dificultad del agua para moverse a través de los materiales, y establecer relaciones entre el tamaño de grano y la cantidad de agua que los diferentes materiales pueden almacenar. Para ello basta con añadir cantidades fijas de agua a diferentes recipientes en los que se hayan colocado previamente volúmenes iguales de diferentes materiales, y observar y medir el tiempo que tarda el agua en infiltrarse y desaguarse de un recipiente, o la cantidad de agua retenida tras el desagüe. Los casos más extremos se obtendrían con gravas no muy gruesas comparadas con arena muy fina, y como ejemplo de esta última y a falta de otro material, la que se vende y utiliza como fondo de acuarios de peces.



*Trabajos con materiales de diferentes granulometrías.*

- El concepto de nivel piezométrico se puede intuir fácilmente con modelos en los que se reproduzcan acuíferos cautivos, y es fácil representarlos mediante un pliegue sinclinal (es decir, en forma de U), en el que se alternen capas de materiales permeables (arenas) e impermeables (arcillas). Perforando un pozo mediante un tubo hasta el nivel del acuífero cautivo (las arenas intermedias), la presión hará fluir el agua por encima de la superficie del terreno.



*Modelo de cuenca artesiana. Sinclinal elaborado por alumnos. Si se alimenta con agua la zona lateral en la que afloran las capas de arenas permeables, y posteriormente en la zona deprimida (eje del sinclinal) se perfora desde la superficie hasta dichas arenas intermedias, el agua sube espontáneamente por encima de la superficie (pozo artesiano).*

- Si en la superficie de los modelos se colocan colorantes, que representarían la presencia de contaminantes, al infiltrarse el agua a través de esos materiales permeables, se simulan procesos de contaminación de acuíferos subterráneos y como los supuestos contaminantes se dispersan y extienden en función del sentido del flujo de las aguas. Si estas aguas subterráneas llegan a aflorar a la superficie del terreno, la contaminación afecta a masas de agua superficiales (lagos, ríos)



*Simulación de infiltración de aguas contaminadas.*

*Afloramiento de aguas contaminadas a zonas superficiales: contaminación de un lago.*