

Diferencias entre analizar, explicar y producir una imagen: Aplicación al estudio de los esquemas de conocimiento sobre aguas subterráneas en estudiantes universitarios

González García

Francisco y Fernández Ferrer Gracia

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad de Granada.

Introducción: marco teórico y objetivo

Es conocido el potencial didáctico de las imágenes en la enseñanza de las ciencias y las limitaciones que se muestran en su uso (Perales, 2006). En el caso que estudiamos, la fase subterránea del ciclo del agua, las imágenes presentes en los textos de estudio son la forma más habitual, sino la única, por la que los estudiantes tienen acceso a dicha realidad. Las representaciones del ciclo del agua en los textos son imágenes didácticas per se, en el sentido más estricto, pues deben estar organizadas para el aprendizaje de un proceso natural complejo y no evidente.

La investigación educativa sobre esquemas de conocimiento en torno al ciclo del agua, en general, y sus procesos no visibles, en particular, ha puesto en evidencia que estos esquemas están cargados de errores. En el caso de la fase subterránea del ciclo, los esquemas de conocimiento puestos de manifiesto por estudiantes de diversas edades y procedencias insisten en la localización del agua subterránea en lagos y/o ríos (Yus, 1994; Dickerson y Dawkins, 2004; Fernández y González, 2008).

Dickerson y otros autores (2007) manifiestan la dificultad para diseñar instrumentos de evaluación en la detección de los esquemas de conocimiento, puesto que los diseños habituales en cuestionarios pueden ocultar y/o favorecer ciertos esquemas erróneos sobre las aguas subterráneas. Beilfuss (2004) propone que las entrevistas y los dibujos pueden ser alternativas y complementos a la metodología del cuestionario.

Nuestro objetivo general es estudiar el análisis de imágenes como instrumento para detectar los esquemas de conocimiento sobre las aguas subterráneas en estudiantes universitarios. En esta comunicación, enmarcada en el desarrollo de una tesis doctoral, respondemos, a manera de objetivos derivados del general, a estas 3 cuestiones:

- ¿Qué conocimientos son los que demuestran los sujetos de estudio sobre los contenidos científicos relativos al agua subterránea, a partir del análisis de una imagen que debe cumplir una función didáctica?
- ¿Qué capacidad presentan los sujetos de estudio para elaborar por sí mismos una ilustración o dibujo del ciclo del agua y del agua subterránea?

-  Cu les son los aspectos fundamentales y en los que se centran los sujetos en la elección de la imagen más adecuada para favorecer la enseñanza del ciclo del agua, en general, y del agua subterránea, en particular?

Metodología del estudio

Los sujetos estudiados fueron 128 estudiantes universitarios que cursaban diferentes cursos de las licenciaturas de Ciencias Ambientales (16), Geología (6), Química (4) y Biología (102). Conocíamos el bachillerato cursado, Ciencias de la naturaleza y la Salud (118) o del Tecnológico (10), si cursaron la materia CTMA en el Bachillerato (97 casos) y la asignatura de Hidrogeología en la licenciatura (19 casos). Los estudiantes realizaron tres tareas de forma secuencial:

- Tarea 1. Primero se les solicitó que dibujaran de la forma más completa posible el ciclo del agua. Sus dibujos representativos se clasificaron según los modelos descritos por Márquez y Bach (2007). Posteriormente se les presentó diversas imágenes extraídas de libros de texto de ESO (Ver Anexo), imágenes que representaban el ciclo del agua. En su elección hemos tenido en cuenta la existencia de ideas erróneas sobre todo en relación al agua subterránea y su funcionamiento.
- Tarea 2. Prueba de análisis de imagen 1. Se muestran dos imágenes que reproducen las ilustraciones de dos textos sobre el ciclo del agua (texto A y B). Se solicitó: elegir la imagen más apropiada respecto al propio concepto de ciclo. Razonar la elección anterior con argumentos a favor y en contra de cada una de las imágenes. Comentar aspectos mejorables de las dos imágenes, incidiendo en lo inadecuado de esas imágenes.
- Tarea 3. Prueba de análisis de imagen 2. Se les solicita responder a la cuestión: Si tuvieras que explicar los conceptos relacionados con el agua subterránea,  qu  libro de texto utilizarías, en función de la imagen que ilustra al texto A y B? Razona la respuesta.

Junto a los cuestionarios se realizaron entrevistas en profundidad a 37 de los estudiantes que realizaron las pruebas escritas, solicitándoles aclaraciones y explicaciones sobre sus respuestas en las tareas anteriores.

En las respuestas de las tareas 2 y 3 se recogieron las razones a favor y en contra de las dos imágenes que se ofrecían y que sustentaban la elección del estudiante. Mediante un sistema de rejilla abierta surgieron las diferentes categorías para clasificar cada tipología de registros. El procedimiento consiste en ir definiendo categorías en función de los datos, de tal modo que todos puedan ser clasificados. La detección de la frecuencia de registros en cada categoría permite conocer cuales son los aspectos más utilizados por los sujetos estudiados para el análisis de imágenes en respuesta a las tareas que se les proponen.

Estas tareas hacen vinculante el análisis hacia una perspectiva concreta, como es la función didáctica de las imágenes para cubrir los objetivos de facilitar la explicación del ciclo del agua en la primera prueba y el agua subterránea en la segunda.

Resultados

Tarea 1. Dibujo del ciclo del agua

Como se aprecia en la Tabla 1, cerca del 25% de la población estudiada no hacía representación gráfica explícita sobre las aguas subterráneas (tipo 2 y 3), y casi un 45% las representaba de forma independiente del resto del ciclo hidrológico (tipo 5). Los alumnos que realizan el Tipo 6 corresponden a los estudiantes de Geología, Ciencias Ambientales que cursaron Hidrogeología y biólogos de los últimos años de carrera.

En las entrevistas realizadas se apreció la dificultad que tienen los sujetos de dibujar lo que saben, pues muchos explican con palabras hechos que no han representado en el dibujo, otros ponen la

excusa de que no saben dibujar, de tal modo que puede que muchas de los esquemas de conocimiento no se reflejen en sus representaciones icónicas.

Modelos	Significado	Frecuencia	Porcentaje
NC	No contesta	6	4,7
TIPO 1	Modelo no cíclico. No hay cierre en el recorrido del agua	0	0
TIPO 2	Modelo atmosférico. Sólo se considera a la atmósfera y al océano	4	3,1
TIPO 3	Modelo de circulación superficial. Sólo se considera la atmósfera, el océano y la zona continental terrestre	27	21,1
TIPO 4	Modelo de circulación subterránea. Se incluye el agua subterránea y su paso hacia el mar pero no muestra infiltración	3	2,3
TIPO 5	Modelo del agua subterránea como reserva independiente. Representa el agua subterránea pero sin ninguna relación con el resto del agua	56	43,8
TIPO 6	Modelo integrador. Muestra la circulación subterránea y los procesos de recarga y descarga	31	24,2
TIPO 0	Sin modelo clasificable.	1	0,8
Total		128	100

Tabla 1. Modelos de representación del ciclo del agua (frecuencia y porcentaje en la población estudiada)

Tarea 2. Prueba de imagen 1.

En la primera y segunda cuestión, cuando se pide que razonen sus respuestas, hemos supuesto que estos razonamientos se van a poder clasificar en aspectos negativos o positivos de cada imagen. Al añadir la tercera cuestión, que comenten algún aspecto mejorable de ambas imágenes, obtendremos nuevamente otras razones negativas, dado que se referirán a detalles que no se reflejan o que se deben mejorar. De este modo, sondearemos desde dos perspectivas lo negativo de cada una de las imágenes y podremos observar si hacen mención de los errores en relación al agua subterránea.

Como resultado se destaca que una mayoría de casos eligen la imagen del texto B (60%), al tiempo que daban más argumentos positivos que negativos de esta imagen, lo cual indica que en la elección ha primado un criterio adecuado y no el azar. En los aspectos positivos de la imagen B, para ser elegida mayoritariamente, se refieren a la cualidad de transmitir y a la estructura cíclica proporcionada por las flechas. El sentido de las flechas, se ha interpretado como movimiento entre reservorios, más que flujo en sí de agua dentro de un reservorio. Por el contrario, la imagen A es criticada por no disponerse las flechas en estructura cíclica, habiendo demasiadas, dando en general una sensación de desorden y poca claridad, que puede provocar la confusión. En cuanto a los aspectos positivos de la imagen A, los estudiantes hacen alusiones a la cantidad de contenido que explícita, y en contra de la imagen B se indica que tiene poca información.

En relación a los procesos del ciclo, son referidos tanto para dar argumentos positivos como negativos de las imágenes. Mayoritariamente se tratan los procesos a eos, lo cual parece normal al venir muy desarrollado en la imagen A, tratándolos casi exclusivamente y olvidando los superficiales y subterráneos. Este hecho hace que algunos casos mencionen como aspecto positivo de la imagen B, el que aparezcan todos los procesos generales e importantes del ciclo del agua, lo cual es significativo al ofrecer la información de que para ellos, los subterráneos (que no aparecen adecuadamente representados) no est n integrados en ese grupo importante y general.

En cuanto a ideas erróneas aparecen confusiones diversas en los procesos aéreos (evaporación, condensación, etc.), ya descritas en niños de menor edad (Bar, 1989), pero nuestra población es universitaria y parece que toda su experiencia anterior no les ayudó a superar esas confusiones.

En el análisis de la imagen A se apreció que algunos términos no siguen la misma direccionalidad de la escritura y por ello pueden pasar desapercibidos, al igual que algunas flechas cuyo color puede confundirse con el fondo. No todas las personas tienen las mismas capacidades para utilizar la información gráfica. Según el presente estudio, estas capacidades est n relacionadas con las de percepción espacial y visual de los elementos que integran la imagen.

En el nivel descriptivo de la fase subterránea, hay pocos casos que emiten comentarios sobre los procesos subterráneos y lo hacen mayoritariamente en argumentos negativos de ambas imágenes. Estos se centran fundamentalmente en la infiltración, la cual no viene representada en ninguna de las dos imágenes. Muy pocos casos hacen alusiones al flujo subterráneo o a la defectuosa representación gráfica. Entre las ideas erróneas, que también se detectan, destaca el enunciado sobre que *“la representación del agua subterránea es una complicación del dibujo”*, lo cual es significativo para entender lo anecdóticas que son en los esquemas de conocimiento de muchos estudiantes universitarios.

La correlación de estos análisis de imágenes con otras variables de preguntas realizadas en un cuestionario de conocimientos sobre aguas subterráneas (Fernández, 2009), como la relativa al conocimiento de la mayor cantidad de agua dulce susceptible de ser explotada o la de procedencia del agua del río tras meses sin precipitaciones, son significativas y también son determinantes de la utilización o no del agua subterránea en la prueba. Se confirmó que el considerar las aguas subterráneas importantes en las cuestiones citadas también aparecen integradas en esta prueba de análisis de imágenes sobre el ciclo del agua.

Esta relación no se confirma en las representaciones gráficas sobre el ciclo del agua (tarea 1). Es independiente la integración del agua subterránea en el dibujo realizado por los sujetos, de su utilización en esta prueba de imágenes. Parece haber una diferenciación importante entre el análisis de lo que se ve y lo que se es capaz de expresar en un dibujo.

Tarea 3. Prueba de imagen 2.

En esta tarea el conjunto de datos obtenidos es menor pues solo se les propone una cuestión pero en este caso se hace mención expresa al agua subterránea, por lo que suponemos es suficiente para extraer las ideas que tienen sobre estas. Al igual que anteriormente, las razones que den van a poder clasificarse en negativas y positivas de cada una de las imágenes.

La imagen considerada más agraciada por los estudiantes para explicar las aguas subterráneas es la del texto A (66%). Como argumentos a favor de esta se encuentran los relativos a su cualidad de transmitir, al ser más clara y fácil de estudiar, al tiempo que se menciona un mejor uso de los colores. En contra la imagen B, es confusa, por lo que es menos fácil de interpretar, al tiempo de ser muy oscura. Un aspecto que no aparece en la tarea anterior y sí en esta, es la est tica de la imagen, importante para algunos casos que califican a la A de bonita y agradable a la vista, mientras que B es fea y menos atractiva.

En cuanto a los aspectos positivos de la imagen B, se alude a las etiquetas verbales que son más completas y dan mayor cantidad de información, y a la cualidad de transmitir, entendiendo que es más fácil de memorizar o aprender, indicando la imagen para alumnado de menor edad. Por su parte, la imagen A tiene de negativo, mayoritariamente el que haya muy pocos registros en sus etiquetas verbales, dando una información muy pobre.

Al comparar lo positivo de A y B en cuanto a la cualidad de transmitir, se observa que para unos casos una imagen es más fácil de ser estudiada, mientras que para otros no. Esto lleva a pensar en

la base subjetiva y diversa que tienen los sujetos para determinar si una imagen didáctica tiene mayor o menor grado de facilidad para cumplir sus funciones. Esta temática es mucho más profunda del simple hecho de dar unos argumentos ad hoc, sin pensar y para salir del paso, quizá est  relacionada con los diferentes modos de aprendizaje que tiene cada sujeto, que hacen ver un mismo material como difícil o fácil de ser estudiado. Si se lleva esto al contexto de una clase donde el profesor debe elegir una imagen, este deberá tener en cuenta los diferentes modos de aprendizaje de sus estudiantes, más que el suyo propio.

En relación a la temática del agua subterránea, esta es tratada fundamentalmente en los aspectos positivos de la imagen A, que casualmente es la elegida como más apropiada por la mayoría. En los argumentos negativos de ambas imágenes, es tratada en pocos argumentos, lo cual es significativo e indican que la gran mayoría de los casos piensan que ambas fotos son agraciadas para explicar el agua subterránea, independientemente de que mayoritariamente eligen la A. No detectan la representación defectuosa y pobre que hacen de esta temática, por lo que las haría impropias para explicarla o al menos mejorable.

Cuando analizamos los argumentos positivos dados hacia la imagen A, destaca la aceptación mayoritaria del fenómeno de acumulación que aparece reseñado mediante una etiqueta verbal. La aceptación de este fenómeno se asocia a la idea de estancamiento asociado al agua subterránea. Por otro lado, algunos casos confirman, la existencia de arroyos, ríos o lagos subterráneos como algo generalizado en la localización del agua, junto con la necesaria presencia de cavernas y galerías que les den cobijo. En contra de esto, como aspecto negativos de la imagen B, aparecen argumentos relativos a que en esta no se representan los ríos, lagos, arroyos subterráneos.

Un aspecto importante a destacar en esta prueba es que un tercio de la muestra no da información sobre el agua subterránea en sus argumentos para defender una imagen u otra. Estos son sustituidos por registros relativos al ciclo del agua en general. Esta eventualidad, junto las deficiencias en el conocimiento del agua subterránea puestas de manifiesto con anterioridad, se pueden interpretar como una deficiente atención en la lectura del enunciado de la tarea, junto a que esta era la tercera prueba realizada y dado que las anteriores versaban sobre el ciclo en general, se ha podido suponer que esta también. Además se puede añadir que en la imagen A de la prueba aparece el título “*El ciclo del agua*” que ha podido servir de elemento distractor.

Discusión y conclusiones

Parece evidente la poca influencia que produce la enseñanza preuniversitaria en la posibilidad de representar el agua subterránea en los dibujos del ciclo del agua, dado que un 25% de la muestra no dibuja el agua subterránea en sus representaciones. En los estudiantes de los segundos ciclos de carreras de ciencias es significativa la presencia del modelo integrador.

Parece necesaria una alfabetización científica sobre el tema en la enseñanza preuniversitaria.

Se ha observado en las representaciones que dibujar el agua subterránea, en muchos casos, no est  relacionado con hacerlo correctamente. Hay muchos casos que representan el modelo 5, entendiendo que el agua subterránea est  en una bolsa aislada sin salida al exterior. En cambio, la estadística de otros cuestionarios (Fernández, 2009) nos dice que los sujetos que dibujan ese modelo saben que el agua subterránea influye en el caudal de un río. Esto lo podemos interpretar como la dificultad que tienen los sujetos de representar todo lo que saben a través de un dibujo.

Se trata de dos barreras distintas que deben franquear los sujetos para lograr demostrar que tienen adquiridos unos esquemas de conocimiento acerca del tema. La barrera de expresar gráficamente requiere para ser superada del desarrollo de unas habilidades distintas a las implicadas en el análisis de imágenes o de respuestas escritas de un cuestionario.

Esto lleva a pensar que además de la alfabetización en la imagen demandada por algunos investigadores, sea necesario el desarrollo de las habilidades de expresión plástica de los sujetos, que una enseñanza tradicional ha sido incapaz de lograr. El miedo al “*no s  dibujar*” es algo tan

traumático que produce en un buen número de sujetos un bloqueo que evita la posibilidad de expresar sus esquemas de conocimiento. Esta premisa se ha podido constatar también a lo largo de las entrevistas, donde muchos individuos eran capaces de expresar verbalmente sus pensamientos y no hacerlo de forma gráfica.

El bloqueo de la expresión y comunicación de las ideas a través del lenguaje gráfico, también podría trasladarse al lenguaje oral. Es la famosa expresión del alumnado, “es que no sé explicarlo”. Es menos probable encontrar este problema en tareas de expresión escrita y esto es así, porque la enseñanza tradicional ha favorecido el desarrollo de las habilidades de esta última, olvidando otras formas de expresión como pueden ser la oral o la dramática u otra.

Parece necesario diversificar la alfabetización, más allá de las pruebas escritas, potenciar lo oral y lo gráfico.

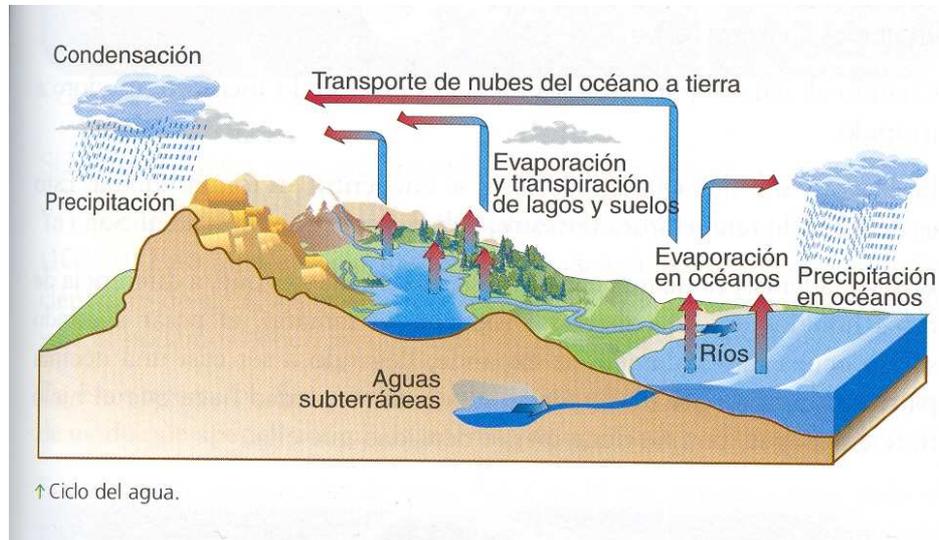
En cuanto a la necesaria alfabetización en las imágenes, nos preguntamos ¿Qué aspectos de una imagen son los que deben tratarse en una alfabetización de la imagen? Como respuesta a uno de ellos, puede ser la cualidad de transmitir de esta y su relación con los diferentes modos de aprendizaje de los estudiantes. Los resultados muestran que los estudiantes pueden apreciar y argumentar de formas muy diversas frente a imágenes que el profesorado puede creer que son de lectura unívoca.

Parece necesaria la formación del profesorado de secundaria en esta cuestión o que las diferentes y muy especializadas áreas de conocimiento cooperen. Cuestionemos si enseñar a leer, escribir y dibujar es sólo la tarea de los maestros de primaria.

Bibliografía

- BAR, V. (1989). Children's views about the water cycle. *Science Education*, 73(4): 481-500.
- BEILFUSS, M.D. (2004). Exploring conceptual understanding of groundwater through students' interviews and drawings. *Proceedings 77th meeting of NARST*. Vancouver, B.C.
- DICKERSON, D.L. y DAWKINS K. (2004). Eighth grade students' understandings of groundwater. *Journal of Geoscience Education*, 52 (2): 178-181.
- DICKERSON, D.L., PENICK, J.E., DAWKINS, K.R., & VAN SICKLE, M. (2007). Groundwater in science education. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1): 45-61.
- FERNÁNDEZ FERRER, G. (2009). El agua subterránea: estudio de esquemas de conocimiento en universitarios y estrategias didácticas para su aprendizaje significativo en estudiantes de secundaria. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- FERNÁNDEZ G. y GONZÁLEZ, F. (2008). El agua subterránea en la escuela: un estudio de cambio conceptual en alumnos de educación secundaria basado en la investigación-acción. *Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero*, 11: 147-156.
- MARQUEZ, C. y BACH, J. (2007). Una propuesta de análisis de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15 (3): 280-286.
- PERALES, F. J. (2006). Uso y abuso de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1): 13-30.
- YUS R. (1994). Balsas de agua y ríos subterráneos. Representaciones de los alumnos sobre la circulación freática. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Vol. Extra: 76-79.

Anexo
Prueba de análisis de imagen 1
Texto A



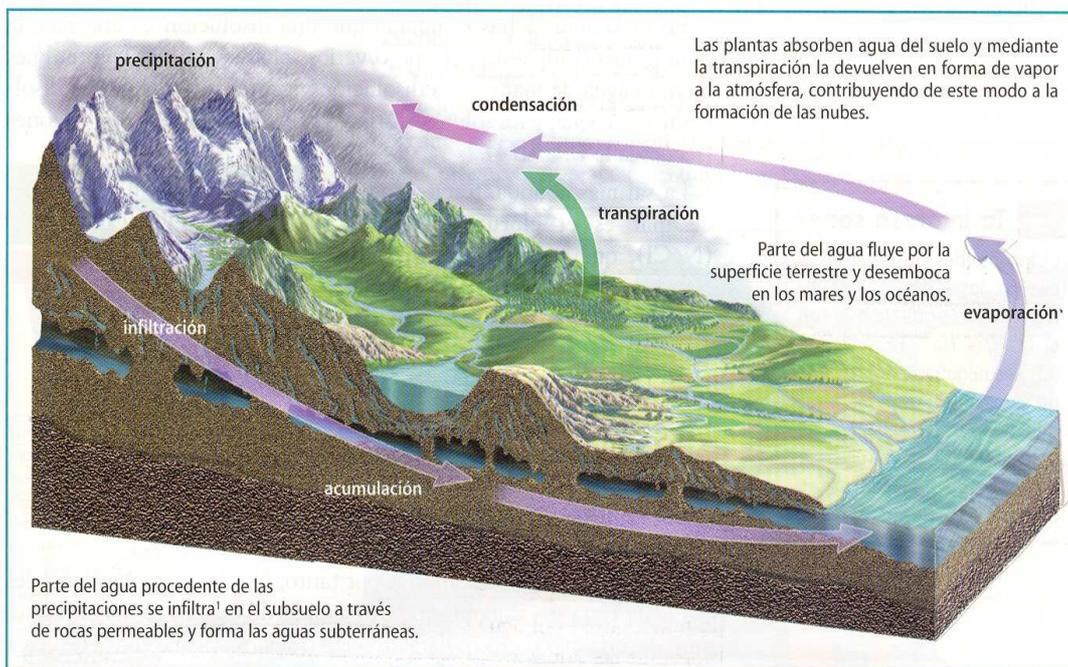
Texto B



Prueba de análisis de imagen 2

Texto A

4 El ciclo del agua



Texto B

