

## ANÁLISIS DE LAS REPRESENTACIONES ICÓNICAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LOS TEXTOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

**FERNÁNDEZ FERRER, G. (1); GONZÁLEZ GARCÍA, F. (2) y MAYORAL NOUVELIERE, L. (3)**

(1) Didáctica de las Ciencias Experimentales. [pagoga@ugr.es](mailto:pagoga@ugr.es)

(2) Universidad de Granada. [pagoga@ugr.es](mailto:pagoga@ugr.es)

(3) Instituto Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina..

[lmayoral@fullzero.arg.com](mailto:lmayoral@fullzero.arg.com)

---

### Resumen

Las diversas investigaciones didácticas han mostrado que la fase subterránea del ciclo del agua es, junto a la fase aérea, la peor comprendida por el alumnado e incluso puede pasar desapercibida. Sin embargo, el análisis de las ilustraciones gráficas y otros elementos icónicos presentes en los textos del primer ciclo de educación secundaria obligatoria pone de manifiesto el gran número de conceptos y elementos que se representan en estos materiales curriculares. Con su análisis y trabajo en el aula, los profesores tienen una magnífica oportunidad para favorecer la alfabetización visual del alumnado y eliminar sus errores de comprensión en esta fase del ciclo del agua.

---

### OBJETIVOS

Analizar las representaciones icónicas de los componentes del ciclo del agua en su fase subterránea presentes en los textos del primer ciclo de educación secundaria.

Promover en el profesorado una postura crítica en el uso de los textos para la enseñanza, con especial hincapié en la importancia de la alfabetización visual.

## MARCO TEÓRICO

El libro de texto es el material curricular mas ampliamente extendido y por ello se constituye en un objeto común de estudio en la investigación didáctica. Junto a sus contenidos, se está planteando la necesidad de analizar las representaciones icónicas de diversa índole que los textos presentan, dado que no solo pueden presentar errores sino que su interpretación por el alumnado puede conllevar aprendizajes no adecuados. En la temática de las aguas subterráneas se han investigado el desconocimiento general de la relación entre los sistemas hidrogeológicos subterráneos y superficiales, así como la persistencia de ciertos modelos que no son científicamente aceptables, siendo próximos a ideas populares y creencias pseudo-científicas (Márquez y Bach, 2007; Ben-zvi-Assarf & Orion, 2005).

Las aguas subterráneas se estudian en el contexto del ciclo del agua, un tema presente en los distintos niveles de enseñanza y que suele presentarse como un modelo teórico que estructura el currículo (Márquez et al., 2003). Este ciclo suele aparentemente tiene una descripción simple, sin embargo el alumnado presenta graves problemas al reflexionar y comprender sus diferentes componentes, en particular el de las aguas subterráneas (Márquez y Bach, 2007).

## METODOLOGÍA

Hemos procedido al análisis de 18 libros de texto, 14 de 1º curso de ESO y 4 de 2º de ESO. Las editoriales y proyectos consultados, con el curso de estudio y su año de edición, han sido: Oxford (2º, 2002), Grazalesa-Santillana (1º, 2002 y 2004), Guadiel-Edebé (1º, 2002 y 2007; y 2º, 2003), Akal (1º, 2007), Anaya (1º y 2º, 2002 y 2003), Ecosfera-SM (1º y 2º, 2002 y 2003), Explora-SM (1º y 2º, 2002 y 2003), Cosmos-SM (1º, 2000), McGrawHill (1º, 2002), Everest (1º, 2002), Vicens-Vives (1º, 2002), Editex (1º, 2007).

En el análisis de las representaciones icónicas hemos partido de modelos generales que estudiaron el ciclo del agua y otros ciclos (Márquez y Bach, 2007; Rejero et al., 2007; Maldonado, González y Jiménez, 2007), y de acuerdo con nuestras observaciones en los trabajos de aula (Fernández y González, 2008).

En el estudio de la relación entre las ilustraciones y el texto principal del libro, aplicamos el concepto de índice de redundancia, el cual nos permite conocer qué conceptos son compartidos entre el texto del libro y las etiquetas, flechas y otros elementos de las ilustraciones. Este "índice de redundancia" es el cociente resultante de la división del número de conceptos-procesos-elementos descritos en el texto que comenta la ilustración (dividendo) entre el número de conceptos-procesos-elementos presentes en la ilustración (divisor). Este índice tendrá un valor máximo de 1 si todos los conceptos- procesos-elementos de la ilustración son comentados en el texto principal.

## RESULTADOS

El análisis de los textos nos ha permitido comprobar la variedad de elementos y procesos que se representan en la fase subterránea del ciclo del agua. Así, podemos encontrar:

1. Representación del agua subterránea: integrada en una porción de roca porosa y permeable; como una o varias bolsas de agua subterránea situadas en cuevas; como ríos subterráneos que aprovechan fisuras del terreno, y otras representaciones mixtas.

2. Diferenciación de materiales impermeables en los acuíferos.

3. Tipo de acuífero: libre o confinado.

4. Acuífero libre. Es la situación más típica para explicar el flujo del agua subterránea.

4.1 Diferencia zona saturada de no saturada: con una línea a la que le llama nivel freático; con diferencias de color en el espesor del acuífero; presencia o no de poros y fisuras de las rocas.

4.2 Zona de recarga: a) flechas diferenciadas para el flujo del agua subterránea y para la infiltración, diferente grosor de las flechas u otra forma de diferenciación. b) de la infiltración del agua de lluvia: número de flechas que representan la infiltración, puntos y localización de las infiltraciones, orientación de los movimientos entre zonas saturadas y no saturadas. c) movimientos hacia río o mar.

4.3 Movimiento en la zona saturada: a) parada. b) moviéndose y representada con una o varias flechas.

4.4 Zonas de descarga: flechas de movimiento hacia estas zonas; presencia de pozos, manantiales, hacia un río o lago, hacia el mar, representación de cuñas de agua salada hacia tierra, señalización de la interfase agua dulce/agua salada.

5. Movimiento general de las aguas: a) parada. b) fluyendo, con flechas de flujo de agua subterránea (una, varias, a través de poros, flechas similares o no a las utilizadas en otras partes del ciclo).

6. Acuífero confinado. No suele representarse en el texto principal pero se presenta en anexos de experiencias para el trabajo con los alumnos. De hecho es una situación que por la experiencia en docencia, los niños y niñas entienden bien.

7. Tiempo de residencia del agua dentro del acuífero (días, meses, milenios...) y su relación con los tiempos de residencia en otras partes del ciclo (aéreo y terrestre).

8. Amplio vocabulario que se utiliza en las etiquetas de las ilustraciones.

9. Importancia relativa dentro del dibujo al agua subterránea, siendo presentado en ocasiones en un esquema diferenciado o con una ampliación propia.

## CONCLUSIONES

Siendo la fase subterránea del ciclo del agua la más desconocida para el alumnado, es notable la diversidad de representaciones icónicas que pueden llegar a manifestarse en los textos. El profesorado debe ser consciente de ello y explicitar las interpretaciones que pueden realizarse.

El índice de redundancia suele ser alto en los textos, lo cual es favorable pues esta redundancia de información es una buena ayuda para el aprendizaje, aún considerando que puedan existir otras variables.

Sin embargo, junto a representaciones icónicas correctas, por ejemplo rocas con poros impregnados de agua, se mantienen muchas imágenes de corrientes y lagos subterráneos que refuerzan ideas equívocas sobre la fase subterránea del ciclo del agua. Se aprecia, al analizar textos de la misma editorial pero en años sucesivos de edición, que se incorporan representaciones más cuidadas de la idea de acuífero pero se mezclan con otras imágenes anteriores que reiteran los errores.

El profesorado debe ser consciente de estos errores y criticar el material impreso utilizado. En ningún caso el profesor debe dar por obvia la lectura de la imagen, o pensar en una interpretación fácil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEN-ZVI-ASSARF, O. and ORION, N. (2005) A study of junior high students' perceptions of the water cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53 (4): 366-373.

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.

MALDONADO, F. GONZÁLEZ, F. y JIMÉNEZ, M. P. (2007). Las ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno en los textos de secundaria. *Revista EUREKA de Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 4(3): 441-459.

MÁRQUEZ, C., IZQUIERDO, M. y ESPINET, M. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3): 371-386.

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.

REYERO, C., CALVO, M., VIDAL, M.P., GARCIA, E. y MORCILLO, J.G. (2007). Las ilustraciones del ciclo

del agua en los textos de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15 (3), 287-294.

## CITACIÓN

FERNÁNDEZ, G.; GONZÁLEZ, F. y MAYORAL, L. (2009). Análisis de las representaciones icónicas del agua subterránea en los textos de educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1594-1598  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1594-1598.pdf>