

LAS ILUSTRACIONES DEL CICLO DEL AGUA EN LOS TEXTOS DE EDUCACION PRIMARIA¹

The illustrations of the water cycle in Primary Education textbooks

Carmen Reyero, Mercedes Calvo, M^a Pilar Vidal, Eugenia García, Juan Gabriel Morcillo (*)

RESUMEN:

La investigación didáctica ha puesto de manifiesto que los alumnos tienen dificultades de comprensión e ideas incorrectas acerca del Ciclo del Agua. En este trabajo se analizan ilustraciones presentes en textos de Educación Primaria en editoriales de amplia implantación en nuestro país, tratando de poner de manifiesto la posible relación existente entre dichas imágenes y las ideas de los alumnos y para promover una reflexión en su uso a los futuros docentes

ABSTRACT:

Didactic research has highlighted the fact that students have comprehension difficulties and wrong ideas about the Water Cycle. This paper studies the illustrations shown in Primary Education textbooks issued by well-established nationwide publishing houses. We try to disclose the possible connection between what the illustration show and the student interpretation of them, and to promote a discussion on its use among future teachers.

Palabras clave: ciclo del agua, ideas previas, libros de texto, ilustraciones, Educación Primaria.

Keywords: Water cycle, preconceptions, textbooks, illustrations, Primary School.

INTRODUCCIÓN

El ciclo del agua, considerado como uno de los más importantes de la naturaleza (Bar 1989, Taiwo et al. 1999), constituye una de las tramas conceptuales básicas en los currículums de ciencias (García 1998). Su estudio tiene connotaciones que van más allá de la estricta formación científica de los alumnos, ya que además de su importancia para comprender las peculiaridades de nuestro planeta, el carácter vital del agua convierte la comprensión del ciclo en un pilar básico, sin el cual no es posible entender, razonar ni tomar decisiones ante cualquier cuestión relacionada con el binomio hombre-agua (Llamas 2001). De la importancia del concepto dan fe las palabras de Massa (1994a) “*son muchos y muy complejos los saberes que hay que manejar con respecto al agua y, entre todos ellos, el ciclo representa el alfabeto*”.

En el presente trabajo, se realizará un breve resumen de la investigación didáctica acerca de las dificultades que suelen presentarse habitualmente en la comprensión del ciclo hidrológico, así como de las ideas previas más frecuentes de los alumnos. Tras reseñar la importancia de los textos escolares en la práctica habitual de aula en la Educación Primaria, se analizarán una serie de imágenes, que suelen ilustrar tradicionalmente el tema del ciclo del

agua, en textos de distintas editoriales en nuestro país, tratando de poner de manifiesto como, en ocasiones, dichas ilustraciones pueden impedir la comprensión de diferentes aspectos del ciclo, o estar relacionadas con el origen de algunas de las ideas previas más habituales, o reforzar algunas de las ya existentes.

EL CICLO HIDROLÓGICO: DIFICULTADES DE APRENDIZAJE E IDEAS PREVIAS

Si se preguntara a cualquier alumno de Primaria o Secundaria si consideran especialmente complejo este tema, la respuesta probablemente sería negativa. Sin embargo, como hacen ver Bach y Brusi (1988) “*existe una clara diferencia entre la facilidad con la que el alumno asume el concepto visual de ciclo y la gran dificultad en reflexionar y comprender cada una de sus partes*”, de modo que la investigación didáctica ha revelado que la simplicidad del tema es engañosa y esconde numerosos obstáculos (Massa, 1994a), que ya estuvieron presentes a lo largo de la gestación histórica del modelo y que los alumnos parecen repetir (Bach y Brusi 1988, 1990, Bar 1989, Massa 1994a). Dichos obstáculos son de diferentes tipos: la complejidad de los contenidos científicos implicados (Márquez et al. 2003) cuya comprensión requiere un alto nivel de

(*) Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación UCM. creyero@edu.ucm.es mercep@edu.ucm.es pvidal@edu.ucm.es morcillo@edu.ucm.es euggarci@edu.ucm.es.

(1) Este artículo forma parte del Proyecto de Innovación Educativa PIE 2003/41, subvencionado por el Vicerrectorado de Estudios de la UCM

abstracción (Ben-Zvi-Assarf y Orion, 2005); los derivados del propio concepto de ciclo (Haguenauer 1995 a, b), las dificultades de comprensión de las diferentes fases (Bach y Brusi 1988), la gran cantidad de factores y procesos implicados (Prieto et al. 2000), que pertenecen a diferentes dominios científicos (Massa 1994a,b). Por otra parte, los alumnos de edades tempranas no poseen los prerrequisitos conceptuales para la comprensión del modelo, los cambios de estado y la conservación de la materia a través de ellos (Bar 1988, Massa 1994), y todos, en general, tienen dificultades para imaginar y reflexionar acerca de las fases y procesos no visibles (Bach y Brusi 1988, Massa 1994a,b; Ben-zvi-Assarf y Orion 2005), así como para asumir el dinamismo del modelo y su importancia en relación a la comprensión de la tierra como sistema (Brody 1993, Ben-zvi-Assarf y Orion 2005).

En relación con las ideas de los alumnos acerca del ciclo hidrológico, además de las detectadas por parte de los autores ya mencionados, nos remitimos a los trabajos de Bar (1989), y a las recopilaciones de Brody (1993), Henriques (2000) autora que se centra en las fases aéreas del ciclo y que sugiere además el posible origen de las ideas detectadas, y al trabajo de Ben-zvi-Assarf y Orion (2005) quienes realizan su revisión e investigación en función de tres posibles orígenes de las dificultades y de los esquemas alternativos de los alumnos: el tipo de enseñanza, los aspectos cognitivos y el contexto de aprendizaje.

Dado que no es el objeto de este artículo detallar las numerosas ideas de los alumnos que aparecen en dichos trabajos, hemos seleccionado, del conjunto de todas ellas, aquellas que más directamente guardan relación con aspectos que pueden mostrarse o sugerirse mediante un lenguaje icónico, ya que nuestro interés son las ilustraciones del ciclo en los textos escolares. En este sentido los alumnos:

Conciben el ciclo como un proceso lineal y unidireccional (el agua recorre el circuito océano-nubes-continente-océano). No hay subciclos. En el contexto del ciclo, la evaporación es un proceso que ocurre en las zonas oceánicas, mientras que las precipitaciones lo hacen en las zonas continentales.

- Las nubes están formadas por vapor de agua.
- No se contempla el papel de los seres vivos (evapotranspiración)
- Las conexiones entre los elementos y procesos del ciclo son escasas tanto en cantidad como en calidad.
- Especialmente llamativa es la ausencia de referencias a las fases y procesos no visibles, o la falta de interconexiones entre estas y las visibles.
- La fase subterránea es la gran ausente en la mente de los alumnos. En caso de contemplarse, las aguas subterráneas son aguas aisladas del resto del ciclo, y por tanto sin conexiones con la superficie o la fase aérea. Se conciben como aguas estáticas (a modo de lagos subterráneos) o como “ríos” bajo la superficie.

LAS ILUSTRACIONES EN LOS LIBROS DE TEXTO

La casi exclusiva utilización de los libros de texto como recurso didáctico en el aula en los primeros niveles de enseñanza es un hecho de sobra conocido y documentado, por lo que el análisis de los contenidos de los mismos ha sido un campo al que se le ha dedicado un interés creciente en la investigación en Didáctica de las Ciencias, (Parcerisa 1996, Monográfico de Alambique 1997, Sánchez 1999). Dichas investigaciones han puesto de manifiesto la, en ocasiones, importante presencia de contenidos inadecuados (del Carmen 1997, Perales y Jiménez 2002), así como la deficiente transferencia entre los resultados de las investigaciones en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias y lo que en los textos se contempla (Cañal 2002).

En los últimos años, y dentro de esta corriente de análisis de los materiales curriculares, se ha empezado a prestar atención a las ilustraciones incluidas en dichos textos y que, más allá de un simple elemento decorativo, motivador o redundante del texto al que acompañan, pueden cumplir un relevante papel en diferentes aspectos: como ayuda en la génesis de modelos mentales, como vehículos que pueden facilitar la comprensión de los contenidos a los que ilustran, como herramientas de gran poder integrador esenciales en la elaboración de modelos conceptuales, y como elementos que pueden constituir por sí mismos situaciones de aprendizaje (Mottet 1996, Jiménez et al. 1997; Perales y Jiménez 2002; Balluerka 2005; Perales 2006, Silva y Compiani 2006). Pero al mismo tiempo, dichas investigaciones han puesto de manifiesto que las imágenes, o las “interpretaciones imprevistas” que los alumnos realizan a veces de las mismas, pueden tener relación con las ideas previas o interferir con ellas, así como que las ilustraciones pueden contener errores desde el punto de vista científico (Jiménez et al. 1997, Posada 2000, Perales 2002, 2006). Por tanto, y según apunta Perales (2006), *“la imagen debe ser evaluada desde el punto de vista didáctico, al menos, al mismo nivel de lo que se hace con el lenguaje verbal”*.

LAS ILUSTRACIONES DEL CICLO DEL AGUA EN LOS TEXTOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA.

Los primeros acercamientos al concepto de ciclo hidrológico en el medio escolar suelen tener como soporte el libro de texto, acompañado invariablemente de un dibujo o esquema del mismo, que se erige en estos primeros niveles de enseñanza en un elemento básico, dada la importancia de las imágenes en estas primeras etapas del desarrollo psicocolutivo de los niños (Bruner, en Sampascual 2001, Balluerka 1995), y su extraordinaria “memoria fotográfica”. Aún a pesar de que estos dibujos son el complemento del texto escrito, generalmente escueto en estas edades, la fuerza visual de las imágenes hace que, con frecuencia, estas prevalezcan mentalmente sobre la información escrita, de manera que

pueden plantearse problemas en el caso de que la información contenida en los esquemas o dibujos contenga, o sugiera, conceptos o procesos no acordes con el conocimiento científico. Por otra parte, la interpretación del lenguaje gráfico puede plantear otros problemas: se pueden encontrar símbolos que aluden a conocimientos cuyo aprendizaje se da por supuesto, o producirse lecturas espontáneas erróneas y alejadas de las intenciones de los autores etc. (Jiménez 1997). Se da además la paradoja de que número significativo de los esquemas del ciclo del agua no transmiten adecuadamente el concepto de ciclo (Márquez et al. 2002),

Todo lo anteriormente expuesto nos ha llevado a prestar una especial atención a diversos aspectos relacionados con el ciclo del agua (Reyero y Calvo 2002, Agra et al 2003, Martín et al 2004, García et al. 2006), y desde un primer momento al análisis de las ilustraciones sobre el mismo en los textos de Educación Obligatoria. En este artículo, hemos centrado nuestro estudio en textos de Educación Primaria que están o han estado vigentes en los últimos años, y de amplia implantación en el mercado: Anaya (2°, 3° y 5°), Edebé (4°), Edelvives (5°), Mc Graw Hill (1°, 2°, 4°), Santillana (3°, 6°), SM (3°, 5°, 6°), Vicens Vives (3°), algunas de cuyas ilustraciones se utilizarán para comentar los resultados obtenidos. Aún a pesar de la unidad de los procesos que constituyen el ciclo, y a efectos de ordenar la exposición, separamos lo relativo a las fases aérea y superficial, de la fase subterránea, ya que creemos que esta última merece comentarios aparte dadas las deficiencias detectadas. Como es de esperar en las ilustraciones aparecen tanto errores conceptuales, como simplificaciones, y también omisiones de determinados aspectos del ciclo. A nuestro juicio los errores conceptuales no son admisibles en ningún caso, las simplificaciones, necesarias dada la edad de los alumnos, no tendrían mayor importancia si

no fuera porque las hay poco afortunadas que pueden provocar errores de interpretación importantes, mientras que las omisiones pueden ser imperdonables (ignorar la fase subterránea del ciclo) o totalmente comprensibles para este nivel educativo (carácter no cerrado del mismo).

Fases aérea y superficial

La fig. 1 sirve de ejemplo de dos aspectos muy frecuentes en las ilustraciones. En primer lugar, el ciclo aparece como un proceso lineal y unidireccional, mostrando un camino único y obligado para el agua: evaporación solo en el mar y precipitaciones en los continentes. En segundo lugar aparece la palabra evaporación y una/s flechas que marcan el movimiento ascendente del vapor. Estas flechas que enlazan la referencia a la evaporación con las nubes son muy frecuentes en las ilustraciones del ciclo. Lo que se deriva de la imagen visual es una *relación directa entre la evaporación y las nubes, sin que se haga mención de la condensación* como proceso necesario para la formación de estas últimas. Imágenes con esta secuencia, evaporación → nubes, pueden originar o reforzar la idea de los alumnos de que las nubes se forman gracias a la evaporación y por tanto están formadas por vapor de agua.

En el caso concreto de esta ilustración, se puede observar cómo la evaporación se muestra gráficamente como una serie de gotas de agua líquida que ascienden del océano, idénticas a las que ilustran las precipitaciones aunque dibujadas “al revés” (algo así como unas “precipitaciones inversas”). De acuerdo con esto la evaporación no supone ningún cambio de estado. Ilustraciones como esta pueden estar relacionadas con la manera, muy frecuente, de explicar el ciclo en los primeros niveles de Primaria mediante una especie de “viaje de una gota de agua” que realiza el recorrido del ciclo...pero que no deja de ser una *gota* (líquida) en todo el “viaje”:



Fig. 1. El ciclo del agua. 2° Primaria.

se ilustra el ciclo sin cambios de estado. Por otra parte, y aunque se comentará más ampliamente en el apartado siguiente, nótese igualmente que *no hay fase subterránea*.

La figura 2 representa un tipo de esquemas que muestran que la evaporación también sucede en las zonas continentales, pero siguen indicando un único camino de retorno al agua evaporada mediante precipitaciones en los continentes: *las precipitaciones en las zonas oceánicas son prácticamente inexistentes en las ilustraciones*. No hay en la ilustración mención explícita a la condensación, aunque sí implícita en el texto que la acompaña (*“El vapor de agua asciende y se enfría, originando las nubes. Así pues, las nubes están formadas por pequeñas gotas de agua”*). Sin embargo, sin tal mención explícita, no cabe esperar que las nociones elementales acerca de los cambios de estado que los niños ya han recibido, las transfieran espontáneamente a este contexto del ciclo, y consideren la condensación como proceso necesario para la formación de nubes. La ilustración no parece ayudar en este sentido, ya que al no existir alusión a la condensación prevalecen visualmente las flechas que relacionan evaporación con “formación de nubes”. Es posible que pudiera paliarse el establecimiento de esta conexión visual y mental, simplemente situando gráficamente las nubes alejadas de la zona en la que se señale la evaporación, y cerca de dónde se haga referencia a la condensación o a las precipitaciones, aunque hay que mencionar que mientras que el término evaporación es muy frecuente en los esquemas del ciclo, la presencia del término condensación es excepcional. Esquemas como la fig.1 y la fig.2 son muy comunes. El único cambio de estado al que se recurre para explicar el circuito aéreo es la evaporación, y los restantes no se mencionan.

Fase subterránea

Las ilustraciones del ciclo del agua de más de la mitad de los textos consultados carecen de fase subterránea (fig.1). Cuando ocurre esto, el ciclo que se

les está mostrando a los alumnos es incompleto, y por tanto incorrecto desde el punto de vista científico. Así pues, es difícil que intuyan la importancia de las aguas subterráneas en el contexto del ciclo y como recurso para el hombre, si no merecen en los gráficos la más mínima atención.

En otros casos (fig.2) la única referencia a las aguas subterráneas es una flecha hacia el subsuelo acompañada del término “infiltración” (o “filtración” en otros casos). Pero mientras que en la zona superficial suele haber profusión de imágenes acerca de cómo se disponen esta agua en forma de mares, ríos, lagos etc., no hay ninguna expresión gráfica acerca de cómo se disponen las aguas subterráneas en el subsuelo. Una vez infiltradas parece que no requieran mayor atención, es como si desaparecieran. Por tanto si en el texto no aparecen, en las ilustraciones tampoco, y no existen referencias visuales directas, no es de extrañar que los alumnos a la hora de imaginarlas recurran a lo que conocen: las aguas superficiales.

Imaginar las aguas subterráneas a modo de las superficiales tampoco supone en ocasiones un gran esfuerzo para los alumnos ya que, en los textos en los que las aguas subterráneas sí aparecen representadas, se las muestra gráficamente *en forma de ríos* (a modo de los ríos superficiales), *o bien oquedades parcial o totalmente llenas de agua*. Como puede apreciarse en las figs. 3 y 4, no solo es que se dibujen como tales, sino que las etiquetas de texto insertas en dichas ilustraciones mencionan explícitamente “ríos” y “lagos subterráneos” (fig.3) o “ríos y corrientes subterráneas” de total similitud gráfica y visual con las superficiales (fig.4). Parece difícil que un alumno, tras entrar en contacto con ilustraciones de este tipo, evoque de manera correcta, o siquiera aproximada, el concepto de acuífero: los acuíferos son en las ilustraciones acumulaciones de “solo” agua, y el exclusivo color azul con el que aparecen representados, sin ninguna trama superpuesta que evoque la rocas que contienen dichas aguas, refuerza esta idea. En la Fig.5, el lago super-

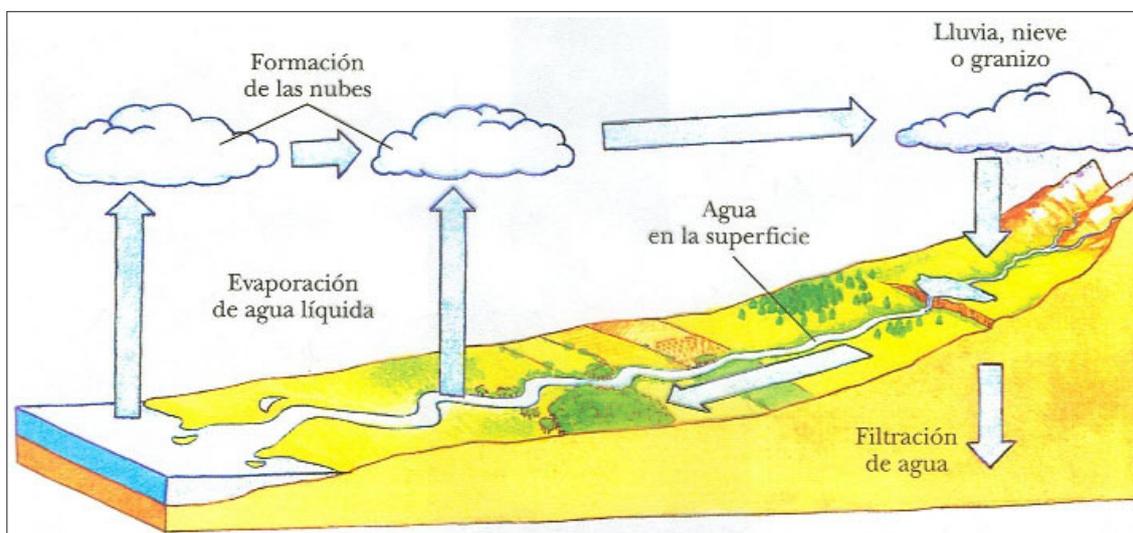


Fig. 2. El ciclo del agua. 3º primaria.

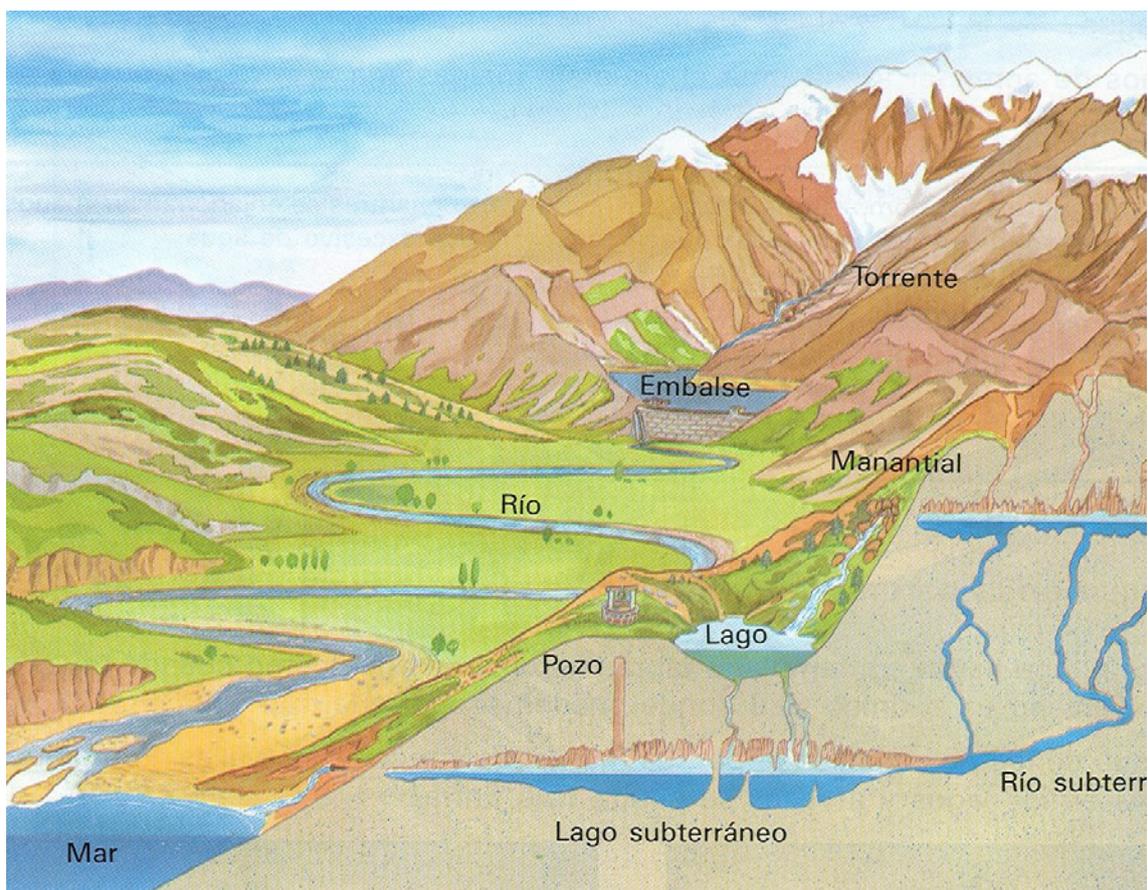


Fig. 3. El agua en la Tierra. 4ª Primaria.



Fig. 4. 5ª Primaria.

ficial y el “acuífero”, casi idénticos gráficamente, sólo pueden diferenciarse por su posición por encima o por debajo de la superficie del terreno.

Resulta otro aspecto significativo que en numerosos textos *las aguas subterráneas aparecen identificadas exclusivamente con las aguas kársticas*. La circulación subterránea en los macizos calcáreos tiene particularidades físico-químicas que nada tienen que ver con otras petrologías, y aspectos específicos que en modo alguno permiten generalizar esos acuíferos en rocas calcáreas, abundantes por otra parte en determinadas zonas, como prototipo de todos los acuíferos subterráneos. Las Fig. 3 y 6 son un ejemplo de esta identificación. Tampoco es infrecuente que en los textos, además de imágenes, aparezcan fotografías de conocidas cavernas como ejemplo de las aguas subterráneas, en ocasiones acompañadas de explicaciones que redundan en la idea de que estas formaciones son la única forma en la que las dichas aguas se disponen en el subsuelo. Sirva de ejemplo el siguiente párrafo perteneciente a uno de los textos consultados, y que acompaña una de estas fotografías: “*Las aguas subterráneas: gran parte del agua que cae sobre la tierra se filtra en el subsuelo. Disuelve los minerales más solubles, excava galerías y abre cuevas impresionantes. En estas cuevas vuelve a depositar los materiales que traía disueltos y esculpe figuras sólidas entre las que destacan las estalactitas y estalagmitas*”.

2. **C** Escribe el nombre que corresponde a cada dibujo.

laguna acuífero



- ¿Qué diferencias encuentras entre estas dos acumulaciones de agua?

Fig. 5. 5º Primaria.

Es de suponer que la vistosidad de algunas formaciones cársticas, con lagos y formaciones de estalactitas y estalagmitas, generalmente conocidas y visitadas por el gran público, se erigen en el único modelo mental acerca de cómo se puede encontrar el agua en el subsuelo, y es a ese modelo al que recurren los ilustradores y, consecuentemente, con el que se encuentran los alumnos. No existen referencias a acuíferos en materiales detríticos y/o fisurados.

Un último aspecto, no menos importante, es que las aguas subterráneas *parecen no formar parte del ciclo general del agua*. En las ilustraciones, las conexiones con las fases aérea y superficial son prácticamente inexistentes como se puede observar en las Fig. 2, 3, 4 y 6: sólo en algunos casos la infiltración aparece sugerida (y con frecuencia sólo a partir de lagos superficiales), se las conecta sólo en muy contadas ocasiones con el mar, y aún menos con las aguas superficiales continentales. Existen ilustraciones en las que las aguas subterráneas ocupan una especie de oquedad en el subsuelo, a modo de “burbuja llena de agua” o “acuario” aislado y carente de ninguna conexión. Tal ausencia de conexiones parece sugerir que las aguas subterráneas, una vez alcanzada la condición de tales tras infiltrarse, quedan de alguna manera almacenadas para siempre en el interior de la tierra, sin posibilidad de movimiento. Podríamos decir que, gráfica y mentalmente, “no se les da salida” (Fig. 2, 6). De manera que las fuentes, los oasis, una zona pantanosa, o su papel fundamental en cuanto a abastecedoras de las aguas superficiales, son fenómenos que los alumnos difícilmente podrán relacionar con ellas. Por otra parte, e independientemente de lo erróneo desde el punto de vista científico, tampoco es admisible que las aguas subterráneas sean presentadas a los alumnos a modo de simples aljibes naturales, totalmente

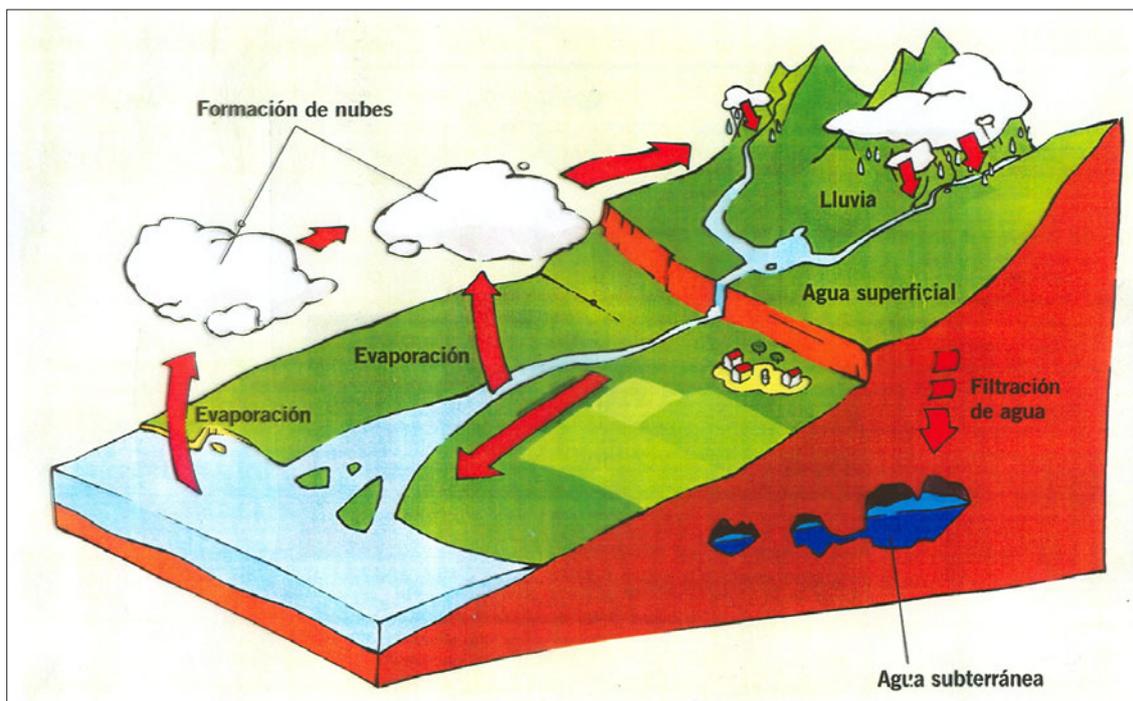


Fig. 6. 5º Primaria.

descontextualizados del resto del ciclo, y cuya única finalidad y “utilidad” es el abastecimiento humano (Fig.7).



Fig. 7. 4ª Primaria.

CONCLUSIONES

Lo anteriormente expuesto ofrece un panorama manifiestamente mejorable acerca de las ilustraciones del ciclo de agua en los textos, y varios pueden ser los factores que determinen la causa de las carencias y/o errores detectados. En unos casos los autores e ilustradores, seguramente buenos conocedores del tema, pueden considerar que no es necesario explicitar gráficamente determinados enlaces y/o referencias, que sí resultan imprescindibles para que los alumnos comprendan los procesos.

En otros, no conocer los resultados de las investigaciones acerca de las dificultades e ideas de los alumnos sobre este tema en concreto, en las que se muestran claramente los aspectos más problemáticos, supone ignorar una valiosa información que puede orientar y señalar qué aspectos de las ilustraciones deberían contemplarse con especial cuidado (señalar enlaces poco evidentes, mostrar referencias más claras acerca de la condensación y su papel en la formación de nubes, la evapotranspiración, sugerir lluvias en zonas oceánicas, mostrar acuíferos detríticos, mostrar interconexiones entre la fase subterránea y las demás etc.) y en cuáles el lenguaje icónico podría servir de inestimable ayuda. Igualmente sería deseable que, aparte de conocer los conceptos científicos que subyacen en una ilustración, conocieran también algunas de las claves acerca de cómo los alumnos decodifican o interpretan lo que en las imágenes se contiene. Por último,

la falta de comprensión, o las ya aludidas “interpretaciones imprevistas” por parte de los alumnos se deben en ocasiones a que carecen de referencias directas acerca de los conceptos y procesos representados. En este sentido, se puede inducir una mejor y más profunda comprensión de la información que contienen las ilustraciones, si complementariamente se realizan experiencias que clarifiquen y doten de sentido al lenguaje icónico.

Como se vio en un apartado anterior, las ilustraciones son elementos insustituibles, que cumplen funciones fundamentales en la estructuración e integración del conocimiento, y no pueden ser consideradas en absoluto elementos menores en relación con el texto al que acompañan. El análisis que hemos realizado sugiere la escasa importancia que, en ocasiones, se les otorga como elementos portadores de información relevante acerca del ciclo. Por sí misma, una buena imagen acerca del ciclo del agua puede desempeñar un importante papel como elemento de aprendizaje, pero sería necesario tener presente que lo contrario no la convierte necesariamente en un elemento neutro del texto sino que, como se acaba de ver, puede contribuir a sugerir o afianzar ideas no científicas en los alumnos. Desde nuestro papel de formadores del profesorado, resulta imprescindible llevar a cabo con nuestros alumnos actividades que fomenten el análisis y la reflexión crítica acerca de las imágenes de los textos (Mathewson 1999) dadas las carencias en este tipo de formación (Fanaro et al. 2005) y para ello, como señala Perales (2006), “deberíamos comenzar por comprender que en el lenguaje visual “no todo vale”.

BIBLIOGRAFÍA

- Agra-Cadarso, M.J.; Calvo Pérez, M.; Reyero Cortiña, C.; Vidal Fuentes, M.P. (2003). Elaboración de material didáctico relacionado con el ciclo del agua. *Proyecto de Innovación Educativa 2003/41. Memoria Final*. (Inédita). Vicerrectorado de Estudios. UCM. Madrid.
- Bach, J.; Brusi, D. (1988). Reflexiones y recursos sobre la didáctica del ciclo del agua. *Henares. Revista de Geología*, 2, 223-232.
- Bach, J. Brusi, D. (1990). El ciclo de l'aigua. *Perspectiva escolar*, 150, 8-18.
- Balluerka Lasa, N. (2005). *Como mejorar el estudio y aprendizaje de textos de carácter científico*. Publicaciones Universidad del País Vasco. Bilbao.
- Bar, V. (1989). Children's Views about the Water Cycle. *Science Education*, 73(4), 481-500.
- Ben-zvi-Assarf, O. Orion, N. (2005). A Study of Junior Hight Student's Perceptions of the Water Cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 366-373.
- Brody, M.J. (1993). Student Understanding of Water and Water Resources: a review of the literature. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*. Atlanta, Georgia.
- Cañal, P. Criado, A. (2002) ¿Incide la investigación en Didáctica de las Ciencias en el contenido de los libros de texto escolares? *Alambique*, 34, 56-65.
- Del Carmen, L.; Jiménez Aleixandre, M.P. (1997). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*, 11, 7-14.

- Fanaro, M.A; Otero, M.R. Greca, I.M. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4, (2).
- García Díaz, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa de los conocimientos escolares*. Diada Ed. Sevilla
- García, E. Morcillo, J. G. Reyero, C. (2006). El agua subterránea: ideas de los alumnos y evolución de las mismas a lo largo de una sesión de clase. *XXII Encuentros Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Zaragoza
- Haguenahuer, C. (1995a). Les cycles, modes réducteurs et/ou concepts intégrateurs du savoir scientifique. En Giordan, A. Martinand, J.L. Raichvarg, D. (Eds). *XVIIes Journées Internationales sur la Communication, l'Education, et la Culture Scientifiques et Industrielles*. Chamonix.
- Haguenahuer, C. (1995b). Le recyclage, un concept actuel pour comprendre une science du passé tournée vers l'avenir. *Aster*, 21, 51-76.
- Henriques, L. (2000). Children's misconceptions about weather: A review of the literature. Paper presented of the *National Association of Research in Science Teaching*. New Orleans, LA.
- Jiménez, J.D.; Hoces Prieto, R.; Perales, F.J. (1997). Análisis de los modelos y grafismos utilizados en los libros de texto. *Alambique*, 11, 75-85.
- Llamas, M.R. y otros (2001). *Aguas subterráneas: retos y oportunidades*. Fundación Marcelino Botín. Ed. Mundi-Prensa.
- Marcén, C. (2007). Las ideas de los escolares sobre el agua. Variaciones tras una experimentación. <http://www.ecodes.org/pages/articulos/documentos/RESUMENINVESTIGACION.pdf>
- Márquez C.; Espinet, M. Izquierdo, M. (2002) El ciclo de l'aigua en els llibres de text de Primària i de Secundària. *VI Simposi sobre l'Ensenyament de las Ciències de la Natura*. Balaguer, p. 401-413.
- Márquez, C.; Izquierdo, M.; Espinet, M. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 371-386.
- Martín, M. Calvo, M. García, M.A. García, E. Morcillo, J.G. Reyero, C. Vidal. M.P. (2005). El ciclo del agua. *Proyecto de Mejora e Innovación de la Calidad Docente*. Vicerrectorado de EEES. UCM
- Massa, B (1994a). Alphabétisation en science de la terre: conceptions et obstacles cognitifs sur le cycle de l'eau à l'école primaire. En Giordan, A.; Martinand, J.L. (Eds). *Actes JIES XVI*. 313-318.
- Massa, B. (1994b). La adquisición precoz de conceptos abstractos: algunas consideraciones sobre la observación en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Extra*. 34- 39.
- Mathewson, J.H. (1999). Visual-Spatial thinking : An Aspect of Science Overlooked by Educators. *Science Education*, 83(1), 33-54.
- Mottet, G. (1996). Les situations-images. Une approche fonctionnelle de l'imagerie dans les apprentissages scientifiques à l'école élémentaire. *Aster*, 22, 15-56.
- Perales, F.J. Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- Perales Palacios, J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias* 24 (1), 13-30.
- Prieto, T, y otros. (2000). *La materia y los materiales*. Ed. Síntesis. Madrid.
- Reyero, C.; Calvo, M. (2002). Las aguas subterráneas: algunas experiencias sencillas para el aula-laboratorio. *Foro de Experiencias en ESO y Bachillerato*. Cosmocaixa. Madrid.
- Sampascual Maicas. G. (2001). *Psicología de la educación I*, 197-199. UNED. Madrid.
- Posada Aparicio, J.M. (2000) Algunas cifras sobre ESO y Bachillerato. *Actas XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. UCM Ed. Nívola.
- Silva, F.K.; Compiani, M. (2006). Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 207-218.
- Taiwoo, A.A; Ray, H.; Motswiri, J. Masene, R. (1989). Perceptions of the water cycle among primary school children in Botswana. *International Journal Science Education*, 4, 413-429. ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 8 de noviembre de 2007 y aceptado definitivamente para su publicación el 28 de mayo de 2008.