

¿QUÉ SABEN LOS ALUMNOS DE SECUNDARIA SOBRE LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA? ELABORACIÓN DE UN CUESTIONARIO.

Victor Manuel Roda Calvera
M^a Dolores Sánchez González
Universidad de Zaragoza

INTRODUCCIÓN

Que el agua, entendida como disolución y no como sustancia pura, es importante para las personas y para la vida en general, nadie lo duda. Thales de Mileto, el más sobresaliente de los siete sabios de Grecia (siglo VI a.C.), la consideró como elemento básico a partir del cual derivaban todas las demás cosas, concepción que perduró durante siglos.

El agua constituye por sí sola una vía de acercamiento a múltiples disciplinas, como lo demuestra el hecho de que haya sido estudiada desde muy diversos puntos de vista: físico-químico (Greenberg y otros, 1989; Catalán, 1990; Gray, 1996; Rodier, 1990), tecnológico (Degrémont, 1979; Nalco, 1993), ambiental (Margalef, 1983), de la salud (Piedrola, 1994), de consumo (INC, 1987) y otros. El estudio del agua con finalidad didáctica ha sido abordado por distintos autores como Benayas y otros (1989, 1990), Cuello y Navarrete (1993), Llitjós y otros (1994, 1998), Martín y Rodríguez (1989) entre otros.

Se distinguen distintas clases de agua según su composición y características (Catalán, 1977). En este trabajo nos centramos en el agua potable de consumo público tal y como viene definida en la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el Abastecimiento y Control de la Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público (RD 1138/1990), en los procesos de potabilización y en las actitudes relacionadas con sus usos.

La elección de este tema en concreto, dentro del amplio espectro que ofrece el agua, se debe a varios motivos: en primer lugar la actualidad y repercusión social de la problemática relacionada con el abastecimiento de agua potable

a la población (basta escribir la expresión “agua potable” o “potable water” en cualquier buscador de Internet para que éste nos muestre miles de páginas de países de todo el mundo, sobre todo de aquellos en vías de desarrollo, que se refieren a programas relacionados con el abastecimiento de agua potable).

Asimismo, revisando los acuerdos de las diversas Cumbres Internacionales celebradas en los últimos años (<http://www.ops.org.ni/cumbres/cumbres.htm>) aparecen múltiples referencias a la necesidad de universalizar el acceso al agua potable.

En segundo lugar la importancia que se le da en el currículo de Educación Secundaria (tanto en Obligatoria, en lo sucesivo E.S.O., como en Bachillerato). En el Diseño Curricular Base del área de Ciencias de la Naturaleza (M.E.C., 1989) y en los decretos de Enseñanzas Mínimas (RD 1007/91 para la E.S.O y RD 1179/92 para Bachillerato) y de Currículo para Bachillerato (RD 1178/92), así como en otras áreas, se pone de manifiesto la necesidad de abordar estos temas en el aula, y se incluyen contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en este sentido, por ejemplo:

a) Enseñanza Secundaria Obligatoria (Ciencias de las Naturaleza)

- Bloque 5. Los materiales terrestres: El agua. Propiedades. Ciclo del agua. Importancia para los seres vivos. El problema del agotamiento de los recursos.
- Bloque 9. Los cambios en el medio natural. Los seres humanos, principales agentes de cambio: Utilización de técnicas para conocer el grado de contaminación del aire y el agua, así como su depuración.

b) Segundo curso de Bachillerato (Química)

- Bloque 6. Reacciones de especial interés (...) Equilibrios en medio acuoso: disociación del agua, concepto de pH.
- Bloque 8: Química del carbono y química industrial (...) Vertidos industriales y medio ambiente. Analizar el papel de contaminantes comunes que afectan al gran ecosistema terrestre. Comprobar que los alumnos son capaces de analizar los efectos nocivos, o beneficiosos en algunos casos, que la presencia en la atmósfera, en el suelo o en el agua, de determinadas sustancias químicas (...) produce en los seres vivos.

Se incluyen contenidos de defensa del medio ambiente entre los que aparece el agua. También en el tratamiento de los temas transversales cobra especial relevancia el agua, especialmente en Educación Medioambiental, Educación para la Salud y Educación del Consumidor (M.E.C., 1993).

En tercer lugar el tratamiento de la potabilización del agua en el aula permite relacionar contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, tal y como recogen las actuales tendencias educativas.

Como para cualquier otro tema que pretendamos abordar desde la perspectiva del constructivismo, nos interesará saber lo que los alumnos y alumnas saben previamente, al objeto de que ellos mismos puedan “construir” los nuevos conocimientos sobre estos conocimientos previos, que reciben distintas denominaciones como recoge Treagust (1988). Presentamos aquí el diseño y validación de un cuestionario destinado a este fin, así como unos primeros resultados que nos orientan sobre el camino a seguir en nuestra investigación, teniendo estos un carácter meramente exploratorio y no siendo en ningún caso generalizables.

NOCIONES DEL ALUMNADO CON RELACIÓN AL AGUA POTABLE Y A LOS PROCESOS DE POTABILIZACIÓN

En la revisión bibliográfica no se han encontrado investigaciones específicas en torno a estos tópicos. Sin embargo, se han tenido en cuenta trabajos de investigación sobre ideas de los alumnos en contenidos científicos relacionados con el agua potable, como por ejemplo el estudio de las disoluciones en la Educación Secundaria (Sánchez y otros 1997). La información inicial respecto al agua potable y a la potabilización se ha obtenido de distintas fuentes:

- Ideas de diversos profesores de Educación Secundaria (Ciencias de la Naturaleza) sobre las concepciones de los alumnos, a partir de su experiencia docente.
- Revisión de los libros de texto del área de Ciencias de la Naturaleza de siete editoriales (entre ellas las dos más vendidas en Zaragoza) de los cuatro cursos de la E.S.O. atendiendo fundamentalmente a los contenidos relacionados con el agua y sus tratamientos, pero también al enfoque interdisciplinar, a la relación con el entorno, al aprendizaje significativo y a la valoración de los conocimientos previos del alumnado.

Este análisis nos reveló que el tratamiento dado en la mayor parte de las editoriales no aprovechaba suficientemente las posibilidades que ofrece el tema. Además de eludir contenidos importantes, sobre todo en lo referente a la potabilización del agua, pocas editoriales lo trataban con la amplitud deseada, y ninguna lo utiliza como eje estructurador, como se sugiere en las Cajas Rojas (M.E.C., 1993), o como tema para conectar con otras áreas del currículo.

Sobre la base de las aportaciones de ambas fuentes se formularon las siguientes hipótesis de trabajo:

- Los alumnos y alumnas de secundaria tienen conocimientos parciales y frecuentemente erróneos sobre el agua potable y los tratamientos del agua para abastecimiento.
- La información transmitida por los medios de comunicación y procedente de otras fuentes diferentes de la educación reglada tiene una influencia considerable en la adquisición de estos conocimientos.

La verificación de estas hipótesis permitirá, en el futuro, reformular el problema de la enseñanza de estos contenidos y ofrecer sugerencias para la elaboración de materiales didácticos en torno a los tratamientos de potabilización del agua. Esta verificación será posible, en una fase posterior a este trabajo, una vez diseñado y validado un cuestionario que nos informe sobre las nociones de los estudiantes en estos temas.

DISEÑO DEL CUESTIONARIO

En el diseño se ha tenido en cuenta las aportaciones de varios investigadores (Azcarate y otros 1998; Treagust, 1988; Trigueros y otros, 1996; Westbrook y Marek, 1991). Asimismo se ha revisado la bibliografía científica y técnica al objeto de determinar los aspectos más relevantes en torno al agua potable (Catalán, 1990; Degrémont, 1979; Gray, 1996; Nalco Chemical Company, 1993).

Se han planteado los siguientes objetivos:

- Conocer el concepto que en general se tiene, en los distintos niveles de la educación obligatoria y postobligatoria, sobre el agua potable.
- Determinar el grado de conocimiento de los criterios de calidad y de los procesos de tratamiento del agua potable.
- Detectar actitudes referidas a la conservación del agua como recurso escaso.
- Averiguar el posible origen de las ideas de los estudiantes sobre el agua potable.

Teniendo en cuenta estos cuatro objetivos se ha elaborado un cuestionario que responde a los siguientes criterios:

- Incluye contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.
- Responde a aspectos relativos al agua potable y los tratamientos básicos para la potabilización del agua (Llitjós y otros 1998):

- Concepto de agua potable y criterios de potabilidad.
 - Origen del agua potable.
 - Composición del agua potable.
 - Usos del agua potable.
 - Procesos de la potabilización.
 - Escasez y gestión del agua potable.
- Incluye cuestiones de diferentes tipos (Ander-Egg, 1993) que nos permitirán analizar con rigor los conocimientos del alumnado:
- Definiciones.
 - Respuesta múltiple.
 - Respuesta abierta.
 - Comentario de texto breve.
 - Explicación de esquemas gráficos. Se ha creído importante introducir este tipo de cuestión debido a que en las explicaciones de procesos aparecen con frecuencia estos esquemas (ver procesos de obtención de compuestos químicos en libros de texto o en manuales técnicos)
 - Cuestiones de control para comprobar la fiabilidad del cuestionario.

En algunos casos las cuestiones están pre-categorizadas pero en general, dado el reducido número de referencias conocidas que permitan establecer categorías válidas, se ha preferido dejar el cuestionario abierto con el fin también de poder realizar en el futuro un análisis más amplio y profundo.

Atiende al grado de desarrollo intelectual del alumnado. Por este motivo, y viendo la necesidad de evaluar también los conocimientos de los profesores en formación (Moreno y Azcárate, 1997) de primaria y secundaria (área de Ciencias de la Naturaleza), en lugar de un único cuestionario, se han elaborado tres: el cuestionario A dirigido a alumnos de 3º y 4º de Enseñanza Secundaria Obligatoria, el B dirigido a alumnos de 2º del Bachillerato Tecnológico o del de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud, y el C para alumnos de Magisterio y del Curso de Aptitud Pedagógica (Didáctica de las Ciencias Experimentales). Se han elegido estos niveles por considerar apropiado medir los conocimientos al principio y al final de la etapa y poder valorar también los cambios producidos, así como determinar el grado de conocimientos de los futuros profesores de Ciencias.

En el diseño de los tres modelos de cuestionario se ha optado por un formato de cuadernillo tamaño DIN A5, por su comodidad en el manejo y claridad en la presentación, ya que permite utilizar un tamaño de letra mayor y aprovechar mejor el espacio.

El cuestionario A es el que hemos validado y al que se refiere este trabajo, y se muestra íntegro en su versión definitiva en el anexo. Su primera página tiene una estructura común en los tres modelos, adaptándose en los modelos B y C a los niveles educativos correspondientes, y se dedica a los datos personales. La identificación de cada alumno o alumna no aporta datos relevantes por lo que se ha optado por hacer el cuestionario anónimo, lo cual favorece una mayor confianza y veracidad en las respuestas.

La segunda página contiene diversos tipos de cuestiones cuyo objetivo es comprobar los conocimientos del alumnado en torno al concepto de agua potable. Se intenta aquí comprobar si se poseen concepciones erróneas, como por ejemplo creer que el agua pura es potable o que el agua de la montaña siempre lo es.

En la tercera página se incluye una cuestión sobre la composición del agua. Además, en la cuestión 6 se muestra el esquema de una planta potabilizadora tipo, realizado sobre la base de las informaciones que ofrecen los manuales técnicos, y se pregunta sobre los distintos procesos que se llevan a cabo en ella. Con esta cuestión de interpretación se pretende evaluar el nivel de conocimiento del alumnado sobre el tratamiento del agua para consumo.

En la siguiente página se plantea un breve comentario de texto en cuyas respuestas se van a poner de manifiesto actitudes relacionadas con el consumo y el ahorro de agua. En las cuestiones de este tipo se obtendrán respuestas abiertas, por lo que es interesante delimitar el espacio para la contestación, con el objeto de facilitar el posterior análisis.

En la quinta página se proponen dos cuestiones en las que se va a valorar el grado de dominio del tema y de implicación personal. Son cuestiones que incluyen contenidos tanto conceptuales, como procedimentales y actitudinales.

En la penúltima página se plantean varias cuestiones de tipo objetivo que resumen el conjunto de las anteriores preguntas y sirven para comprobar la fiabilidad de las respuestas.

Por último se les pide que indiquen de que fuentes han obtenido la información, lo cual nos permitirá comprobar si era cierta la segunda hipótesis planteada.

En los cuestionarios B y C se han introducido las siguientes modificaciones:

- En ambos se ha adaptado la hoja de datos personales para los niveles a los que se dirigirá, no solamente en cuanto a redacción, sino también en referencia a los estudios previos que los alumnos y alumnas han podido realizar en temas relacionados con el que nos ocupa.

- Se ha optado en estos cuestionarios, dirigidos a Bachillerato y al nivel universitario, por un mayor número de respuestas abiertas, frente a las de elección múltiple del cuestionario A que se muestra en el anexo.
- En el cuestionario C se ha ampliado la pregunta referida a la composición del agua pidiendo una respuesta más exacta. Asimismo se ha introducido una nueva cuestión sobre legislación, en la que se pregunta sobre los distintos parámetros que se deben analizar para determinar si un agua es potable o no.

VALIDACIÓN

El objetivo de la validación es determinar si el cuestionario capta, de manera significativa y en un grado de exactitud suficiente y satisfactorio, aquello que es objeto de investigación (Ander-Egg, 1993). Para ello es necesario que el cuestionario constituya una muestra representativa de los contenidos que con él se pretenden evaluar (validez de contenido). Además deberá existir correlación entre las cuestiones formuladas y los aspectos que pretendan medir, de manera que la información que nos aporte la respuesta a cada cuestión garantice la existencia de un determinado constructo (Muñiz, 1992).

Se ha sometido el cuestionario A a varias fases de validación teniendo en cuenta las experiencias de autores como Aikenhead y Ryan (1992) y Lang da Silveira y Moreira (1996).

En una primera fase se ha contado con las opiniones expertas del profesorado de Ciencias con experiencia en estos temas, cuyas aportaciones han sido decisivas tanto en el proceso de diseño como en la validación de contenido y de constructo (Muñiz, 1992). Los distintos contenidos y la forma de tratarlos se consideran adecuados para los objetivos propuestos.

En una segunda fase se ha pasado el cuestionario A a una submuestra de 57 alumnos y alumnas de secundaria de centros públicos y privados. Posteriormente se les ha preguntado sobre las dudas y dificultades que les habían surgido al responder, o las razones por las que no habían contestado a algunas preguntas. Mediante el uso combinado del cuestionario y la entrevista (Borsese y otros, 1996) se ha constatado que el instrumento diseñado es fiable, esto es, capaz de obtener resultados similares aplicando las mismas preguntas acerca de los mismos hechos o fenómenos (Ander-Egg 1993). A efectos de comprobar la fiabilidad también se ha contado con la cuestión número 10 que, como se explica anteriormente, es de control y actúa como "re-test". Las respuestas a esta cuestión, aunque incompletas en su mayoría, corroboran lo ya constatado mediante las entrevistas.

En una tercera fase de obtención de datos y análisis de resultados se ha realizado una revisión sobre la base de si el alumnado entendía los enunciados y contestaba a lo que se le pedía, aunque sus respuestas no fueran las correctas.

CUESTIÓN	CONTESTAN A LO QUE SE PIDE	CONTESTAN A OTRA COSA	NO CONTESTAN
1	93%	0%	7%
2	a	89'5%	9%
	b	98'5%	1'5%
	c	84%	16%
3	94'5%	0%	5'5%
4	100%	0%	0%
5	84%	9%	7%
6	65%	0%	35%
7	a	52'5%	42%
	b	49%	47'5%
	c	61'5%	31'5%
8	58%	0%	42%
9	77%	0%	23%
10	100%	0%	0%
11	100%	0%	0%

Los resultados que se muestran en la tabla ponen de manifiesto un alto grado de acuerdo entre lo que se esta preguntando y las respuestas que se obtienen. Sin embargo, se aprecian porcentajes por debajo de la media en las cuestiones 6, 7 y 8. Obsérvese que en estas cuestiones aumenta considerablemente el número de alumnos y alumnas que no contestan. En la cuestión 6 podemos atribuir el bajo índice de respuestas a la dificultad de interpretación del gráfico, pero también a cierta inercia que lleva a los alumnos y alumnas a no contestar aquellas preguntas que exigen más elaboración o más trabajo de interpretación. Así, tienden a no leer el texto de la cuestión 7 ó a leerlo por encima, y los que responden a la cuestión de interpretación del esquema gráfico lo hacen de forma escueta y poco precisa. En la cuestión 10, aunque todos contestan a lo que se pide, solo un 26'5 % contesta bien, mientras que el 73'5% restante da respuestas incompletas y en ocasiones incorrectas. De la entrevista posterior al cuestionario se dedujo que el no responder a estas cuestiones no era por desconocimiento, sino "porque hay que escribir mucho". Este hecho explica que pongan cruces en los cuadros pero no expliquen el porqué las han puesto (cuestión 10). En relación con la cuestión 8, se añaden además la falta de conocimientos en torno a la gestión del agua y la poca disposición, en estos temas, para los procesos creativos, en una tarea que no va a influir en su evaluación. Sin embargo en la cuestión 9, que es muy similar a la 8, si que se obtienen respuestas válidas y aparentemente creativas, ya que se inscribe en un contexto más cercano y el alumnado ha reci-

bido instrucciones al respecto a través de diversos medios, incluidos la educación formal y los medios de comunicación social.

A MODO DE CONCLUSIONES

De los resultados de las distintas fases de validación concluimos que el cuestionario A, presentado en el anexo, es válido para los fines que se propone. La importancia de las preguntas con menor número de respuestas (6, 7, 8 y 10) justifica que se mantengan, con ligeros cambios, en el modelo definitivo. Para aumentar el número de respuestas en estas cuestiones, se considera imprescindible y suficiente explicar, en su presentación al alumnado, la importancia y el interés que tienen para todos. Este cuestionario, ya definitivo, se está utilizando actualmente con una muestra suficientemente representativa, lo que nos permitirá averiguar las nociones de los estudiantes y comprobar las hipótesis formuladas.

En este momento de la investigación podemos afirmar que la formulación de la primera hipótesis resulta adecuada, ya que en un primer análisis cualitativo de la muestra utilizada en la validación, encontramos respuestas parciales y poco significativas, más que errores conceptuales. Es decir, los estudiantes saben poco sobre el agua potable, y especialmente sobre los procesos de potabilización.

El análisis cuantitativo de la cuestión 11 nos da los siguientes resultados: los estudiantes dicen obtener información sobre estos temas a través de la televisión (75%), de periódicos y revistas (50%). Sin embargo, un elevado número de ellos también dice obtener la información de libros de texto (50%) y del centro educativo (56%), lo cual aporta nuevos datos al estudio y nos permite matizar la segunda hipótesis.

ANEXO

Cuestionario A

DATOS PERSONALES

- a) Edad: _____ años b) Sexo: Hombre Mujer
 c) Nivel de estudios del padre:
 d) Nivel de estudios de la madre:
 e) ¿Qué trabajo realiza tu padre?:
 f) ¿Qué trabajo realiza tu madre?:
 g) Asignaturas en las que se han tratado temas medioambientales:

<u>ASIGNATURA</u>	<u>TEMA</u>

h) Asignaturas optativas en el curso actual:

Página 1

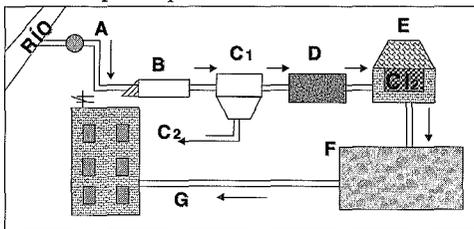
- 1.- Explica brevemente lo que te sugiere la expresión “agua potable”.
 2.- Responde a las siguientes cuestiones sobre el “agua del grifo”:
 a) ¿De dónde procede?
 b) ¿Crees que ha recibido algún tratamiento antes de llegar a tu casa?
 (señala con una X) SÍ NO
 c) ¿Piensas que es potable? ¿por qué?
 3.- ¿Es posible hacer potable cualquier tipo de agua?
 (señala con una X) SÍ NO
 4.- Escribe una **P** en aquellas expresiones que te sugieran “agua potable” y una **N** en las que te sugieran “agua no potable”:

- ♣ Agua embotellada
- ♣ Agua del nacimiento de un río.....
- ♣ Agua destilada.....
- ♣ Agua pura.....
- ♣ Agua de manantial.....
- ♣ Agua de mar.....
- ♣ “Agua limpia y cristalina”.....
- ♣ Agua de un río después de pasar por varias poblaciones.....

Página 2

- 5.- El agua que tu bebes, ¿es sólo agua o contiene además otras sustancias? Justifica tu respuesta.

6.- Este dibujo representa los distintos procesos por los que pasa el agua desde que es captada en el río, hasta que llega a las casas. Explica brevemente en qué consiste cada uno de los pasos que están señalados con letras:



- A. Bomba:
- B. Rejas, desespumado,... :
- C₁. Decantadores:

Página 3

- C₂. Fangos:
- D. Filtros de arena:
- E. Depósitos de cloración:
- F. Depósito de almacenamiento:
- G. Distribución a casas, comercios, ...:

7.- Lee el siguiente artículo y contesta a las preguntas:

“La utilización en las comunidades de vecinos de contadores individuales para el agua caliente supone un ahorro entre el 30 y el 50% en el consumo. En todas las viviendas de nueva construcción ya se instalan estos equipos, mientras que en las antiguas también es obligatorio sustituir los viejos contadores comunitarios por individuales, según se recoge en un Real Decreto y una Orden Ministerial de principios de los años 80.

Sin embargo, y a pesar de esta obligatoriedad, se estima que en Zaragoza todavía quedan unas 20000 viviendas en las que no se ha producido este cambio, en algunos casos por desconocimiento, y en otros porque algunos vecinos se oponen.

Pero la instalación de los contadores individuales no sólo produce un importante ahorro de agua. El excesivo consumo de agua caliente indica también un gasto energético adicional, fundamentalmente de gasóleo, ya que, por ejemplo, calentar un metro cúbico de agua cuesta 450 pesetas.”

- ¿Crees que sustituir los contadores comunitarios de agua por otros individuales puede favorecer el ahorro de agua? ¿Por qué?
- ¿Qué razones crees que tienen aquellos que se oponen a cambiar los contadores?

Página 4

- En el mundo hay millones de litros de agua. ¿Por qué crees que es tan importante su ahorro?

8.- Cita dos posibles estrategias que tu ayuntamiento podría utilizar para ahorrar agua:

- 1.-
- 2.-

9.- Cita dos posibles estrategias que tu podrías utilizar para ahorrar agua:

1.-

2.-

¿Las pones en práctica?

Siempre a menudo pocas veces nunca

Página 5

10.- Di si estas de acuerdo o no con las siguientes afirmaciones (señala con una X el "SÍ" o el "NO"), y por qué:

a) El agua se potabiliza en las depuradoras.

SÍ NO

b) La potabilización consiste en la filtración del agua para eliminar los contaminantes.

SÍ NO

c) El agua más sana es el agua destilada, que sólo tiene agua.

SÍ NO

d) Más del 99% del agua que hay sobre la Tierra no es potable.

SÍ NO

e) Los problemas de abastecimiento de agua en algunas poblaciones se deben únicamente a que está mal repartida.

SÍ NO

Página 6

f) La única solución a los problemas de escasez de agua es desalar el agua del mar.

SÍ NO

11.- Pon una X en el cuadrado correspondiente a aquel o aquellos medios de donde hayas obtenido conocimientos sobre el agua potable:

Libros de texto

Otros libros

Televisión

Radio

Periódicos, revistas

Colegio / Universidad

Otros...(¿cuáles?) _____

Página 7

REFERENCIAS

- AIKENHEAD, G.S. y RYAN, A.G. (1992). The development of a new instrument: «Views on Science-Technology-Society»(VOSTS). *Science Education*. 76(5): 477-491.
- ANDER-EGG, E. (1993). *Técnicas de investigación social*. Editorial Ateneo. México.
- AZCÁRATE, P., CARDEÑOSO, J.M. y PORLÁN, R. (1998). Concepciones de futuros profesores de primaria sobre la noción de aleatoriedad. *Enseñanza de las Ciencias*.16(1): 85-97.
- BENAYAS, J. y otros. (1989). *El agua: Guía para la Educación Ambiental*. Mancomunidad de Aguas de Pamplona. Pamplona.
- BENAYAS, J. y otros. (1990). *Fichero de sugerencias didácticas para explorar el complejo mundo del agua*. Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Pamplona.
- BORSESE, A., LUMBACA, P. y PENTIMALLI, R. (1996). Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado. *Enseñanza de las Ciencias*. 14(1): 15-24.
- CATALÁN LAFUENTE, J. (1977). *Diccionario técnico del agua*. Librería Editorial Bellisco. Madrid.
- CATALÁN LAFUENTE, J. (1990). *Química del agua*. Librería Editorial Bellisco. Madrid.
- CUELLO, A. y NAVARRETE, A. (1993). *El agua en la ciudad. Materiales didácticos de Educación Ambiental*. Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia. Sevilla.
- DEGRÉMONT. (1979). *Manual técnico del agua*. Sociedad Degrémont. Bilbao.
- GRAY, N.F. (1996). *Calidad del agua potable*. Acribia. Zaragoza.
- GREENBERG, A.F., TRUSELL, R.R. y CLESCERI, L.S. (1989). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. APHA-AWWA-WPCF. Washington, EEUU.
- INSTITUTO NACIONAL DE CONSUMO. (1987). *100 Talleres de educación del consumo en la escuela*. Instituto Nacional de Consumo. Madrid.
- LANG DA SILVEIRA, F. y MOREIRA, M.A. (1996). Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1): 75-86.
- LLITJÓS VIZA, A., MORALES LAMUELA, M.J. y SÁNCHEZ GONZÁLEZ, M.D. (1998). *Diseño de materiales curriculares para la Educación Ambiental: el sistema de la potabilización del agua, en Didáctica de las Ciencias y Transversalidad* (Coordinación: JIMÉNEZ LOPÉZ, M.A.). Universidad de Málaga. Málaga.
- LLITJÓS VIZA, A. y SÁNCHEZ GONZÁLEZ, M.D. (1994). *El agua*. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- MARGALEF, R. (1983). *Limnología*. Omega. Barcelona.

- MARTÍN, A., RODRIGUEZ, A. (1989). *El agua y sus propiedades: análisis del proceso de emisión, verificación y modificación de hipótesis en niños de 10-11 años*. Centro de Publicaciones del MEC. CIDE. Madrid.
- M.E.C. (1989). *Diseño Curricular Base. Educación Secundaria Obligatoria*. M.E.C. Madrid.
- M.E.C. (1993). *Cajas Rojas para secundaria*. M.E.C. Madrid.
- MORENO, M. y AZCÁRATE, C. (1997). Concepciones de los profesores sobre la enseñanza de las ecuaciones diferenciales a estudiantes de Química y Biología. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*. 15(1): 21-34.
- MUÑIZ, J. (1992). *Teoría clásica de los tests*. Pirámide. Madrid.
- NALCO CHEMICAL COMPANY. (1993). *Manual del Agua*. McGrawHill. México.
- PIEDROLA GIL, G. y otros. (1994). *Medicina preventiva y salud pública*. Ediciones Científicas y Técnicas. Barcelona.
- RODIER, J. (1990). *Análisis de Aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. Omega. Barcelona.
- SÁNCHEZ BLANCO, G., DE PRO BUENO, A. y VALCÁRCEL PÉREZ, M.A.V. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: El estudio de las disoluciones en la Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*. 15(1): 35-50.
- TREAGUST, D.F. (1988). Development and use of diagnostic test to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education* 10(2): 159-169.
- TRIGUEROS, M., REYES, A., URSINI, S. y QUINTERO, R. (1996). Diseño de un cuestionario de diagnóstico acerca del manejo del concepto de variable en el álgebra. *Enseñanza de las Ciencias*. 14(3): 351-363.
- WESTBROOK, S.L., MAREK, E.A. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*. 28(8): 649-660.
- Referencias legislativas
- RD 1138/90 de 14 de septiembre. B.O.E. de 20 de septiembre de 1990.
- RD 1007/91 de 14 de junio. B.O.E. de 26 de junio de 1991.
- RD 1178/92 de 2 de octubre. B.O.E. de 21 de octubre 1992.
- RD 1179/92 de 2 de octubre. B.O.E. de 21 de octubre de 1992.