

Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I

Palacio de Minería del 19 al 23 de Junio de 2006

Alfabetización científica

JOSÉ M^a SABARIEGO DEL CASTILLO
MERCEDES MANZANARES GAVILÁN

MESA 4



Introducción

Las reformas que están teniendo lugar en España, en los últimos veinticinco años, en la educación científica de la enseñanza secundaria obligatoria se encaminan, en muchos casos, hacia la denominada alfabetización científica de todos nuestros alumnos y alumnas. Como señala Hodson (1993), en décadas anteriores, las preocupaciones curriculares se centraban casi exclusivamente en la adquisición de conocimientos científicos.

En la década de los noventa, la reforma educativa planteada en nuestro país (LOGSE, Ley Orgánica de Ordenación del Sistema Educativo), en consonancia con los avances de la investigación didáctica, propone eliminar las barreras discriminatorias a la población escolar de 14 años, generalizando la enseñanza obligatoria hasta los 16 años proponiendo, entre otras finalidades de la educación científica en secundaria, la alfabetización científica y tecnológica de los alumnos y alumnas poniendo, por tanto, en cuestión la función exclusivamente propedéutica de la enseñanza de las ciencias en secundaria. En una primera aproximación dicha **alfabetización científica**, significará, que la gran mayoría de la población dispondrá de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió y Vilches, 1997).

Con relativa frecuencia, determinadas personas, se sienten incapaces de controlar ciertos productos tecnológicos o de afrontar simples razonamientos relacionados con la ciencia. La educación debería disminuir esa inseguridad, que algunos ciudadanos tienen, de tal forma que se pudiera disfrutar de los crecientes beneficios de la era de la ciencia y la tecnología, garantizando al mismo tiempo, la protección de la salud y el medio y contribuyendo con el conocimiento a la toma de decisiones sobre el desarrollo científico y tecnológico en el que estamos inmersos, y sus consecuencias. Por tanto la alfabetización científica será necesaria para contribuir a formar ciudadanos, y en su caso futuros científicos, que sepan desenvolverse en un mundo como el actual y que conozcan el importante papel que la ciencia desempeña en sus vidas personales y profesionales, y en nuestra sociedades. Ciudadanos cuya formación les permita reflexionar y tomar decisiones apropiadas en temas relacionados con la ciencia y la tecnología (Aikenhead, 1985; Bingle y Gaskell, 1994; Gil et al., 1991; Solbes y Vilches, 1997)

1. Sobre el concepto de alfabetización científica

La alfabetización científica debe ser concebida, como un proceso de "investigación orientada" que, superando el reduccionismo conceptual permita a los alumnos participar en la aventura científica de enfrentarse a problemas relevantes y (re)construir los conocimientos científicos, que habitualmente la enseñanza transmite ya elaborados, lo que favorece el aprendizaje más eficiente y significativo.

El concepto de alfabetización científica, muy aceptado hoy en día, cuenta ya con una tradición que se remonta, al menos, a finales de los años 50, pero es sin duda, durante la última década, cuando esa expresión ha adquirido categoría de eslogan amplia y repetidamente utilizado por los investigadores, diseñadores de currículos y profesores de ciencias (Bybee, 1977).

Una de las primeras definiciones de **alfabetización científica (Shen, 1975)**, diferencia tres tipos:

- Práctica: posesión de un tipo de conocimiento científico y tecnológico que puede utilizarse inmediatamente para ayudar a resolver las necesidades básicas de salud y supervivencia.
- Cívica: incrementa la concienciación al relacionarla con los problemas sociales
- Cultural: la ciencia como un producto cultural humano.

La **NSTA (National Science Teachers Association, 1982)** definió **una persona alfabetizada científicamente** como aquella capaz de comprender que la sociedad controla la ciencia y la tecnología a través de la provisión de recursos, que usa conceptos científicos, destrezas procedimentales y valores en la toma de decisiones diaria, que reconoce las limitaciones así como las utilidades de la ciencia y la tecnología en la mejora del bienestar humano, que conoce los principales conceptos, hipótesis, y teorías de la ciencia y es capaz de usarlos, que diferencia entre evidencia científica y opinión personal, que tiene una rica visión del mundo como consecuencia de la educación científica, y que conoce las fuentes fiables de información científica y tecnológica y usa fuentes en el proceso de toma de decisiones.

Para **Hodson (1992)** considera tres elementos principales en la **alfabetización científica**:

- Aprender ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimiento teórico y conceptual.
- Aprender acerca de la ciencia, desarrollando una comprensión de la naturaleza y métodos de la ciencia, y una conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad.
- Hacer ciencia, implicándose y desarrollando una experiencia en la investigación científica y la resolución de problemas.

Para **Kemp (2002)** el concepto de **alfabetización científica**, agrupa tres dimensiones:

- Conceptual (compresión y conocimientos necesarios). Sus elementos más citados son : conceptos de ciencia y relaciones entre ciencia y sociedad.
- Procedimental (procedimientos, procesos, habilidades y capacidades). Los rasgos que mencionan con más frecuencia son : obtención y uso de la información científica, aplicación de la ciencia en la vida cotidiana, utilización de la ciencia al público de manera comprensible.

-Afectiva (emociones, actitudes, valores y disposición ante la alfabetización científica). Los elementos más rápidos son : aprecio a la ciencia e interés por la ciencia.

2. Alfabetización científica y tecnológica para todas las personas

La idea de ciencia para todas las personas, significa una enseñanza de las ciencias que no excluya a nadie, y que esté íntimamente asociada a los principios educativos de comprensividad y equidad. El lema de ciencia para todas las personas se refiere también, a cómo hacer más accesible, interesante y significativa la ciencia escolar y, sobre todo, darle relevancia para cada alumno. Para Reid y Hodson (1989) consideran que la máxima de ciencia para todas las personas significa un currículo común y obligatorio para todas las escuelas y todo el alumnado, porque lo contrario sería marginar a la mayoría de los estudiantes con un currículo de bajo status y beneficiar a una minoría con otro de alto status. En la defensa de sus puntos de vista, señalan los peligros que se derivan de los cursos de ciencias alternativos en función de distintas capacidades del alumnado, de los orientados a comunidades concretas (por ej. urbanas y agrarias) y de la diferenciación del currículo basado en la diversidad cultural; también se apoyan en los beneficios que la minoría del alumnado con intereses más académicos pueden obtener al seguir un currículo de ciencias con referencias en el mundo real y la sociedad en la que vive. Ahora bien, cuando estos autores precisan lo que entienden por un currículo común para todos los estudiantes, señalan que no significa ni idénticos contenidos, ni experiencias de aprendizaje iguales, ni tampoco las mismas expectativas de conocimientos y capacidades finales. ¿Qué le queda entonces de común al currículo que proponen?. Básicamente, le queda sus finalidades educativas, las cuales resumen en experiencias significativas de ciencias y actividades científicas para todos los estudiantes, que les permitan conseguir grados de alfabetización científica.

A continuación se muestran algunos ejemplos recientes de la importancia que los organismos internacionales conceden a las orientaciones del movimiento CTS, para alcanzar una alfabetización científica y tecnológica más auténtica.

Durante la "Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI", celebrada en Budapest y auspiciada por la UNESCO y el ICSU (Internacional Council for Science), se elaboró la "Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico" (UNESCO-ICSU, 1999a) y el "Proyecto de programa en pro de la ciencia: Marco general de acción" (UNESCO-ICSU, 1999b).

En el punto 34 del primer documento se afirma que:

"Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, (...) a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a las aplicaciones de los nuevos conocimientos".

Por su parte, el programa de CTS+I de la OEI señala también entre sus objetivos sociales los siguientes:

- Promover la alfabetización científica, mostrando la ciencia como una actividad humana de gran importancia social que parte de la cultura general en las sociedades democráticas modernas.
- Estimular o consolidar en los jóvenes la vocación por el estudio de la ciencia y la tecnología, a la vez que la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica.
- Favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental.

Este programa extiende su campo de aplicación a un público muy diverso, desde investigadores y profesores universitarios, hasta estudiantes de enseñanza secundaria, pasando por divulgadores científicos, políticos de ciencia, etc, y en general, a las personas receptoras de la comunicación de la ciencia a través de los medios de comunicación de masas.

La situación española en relación al movimiento CTS, es bastante precaria. Las evaluaciones hechas al alumnado y profesorado, empleando un amplio cuestionario y una nueva metodología (Acevedo et al., 2001; Manassero y Vázquez, 2002; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001), muestran carencias en muchas dimensiones CTS importantes (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002b; Acevedo et al., 2002a,b) tales como la influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el significado de la tecnología y su papel en relación con la ciencia. No obstante, nosotros vamos a plantear en el presente trabajo si nuestros alumnos presentan las mencionadas carencias en relación al conocimiento de la ciencia y la tecnología y su aplicación en la vida cotidiana.

3. Problema. Hipótesis de trabajo

En función de todo lo anteriormente expuesto, el **problema** de nuestra investigación será el siguiente: ¿ESTÁN ALFABETIZADOS CIENTÍFICAMENTE NUESTROS ALUMNOS?

La **hipótesis** que vamos a plantear, es afirmativa, si bien habría que matizar dicha hipótesis, ya que nos encontramos con un obstáculo fundamental, como es la falta de motivación que presenta un elevado porcentaje de nuestro alumnado. En nuestra opinión, dicha desmotivación podría deberse a factores tan variados como: falta de conocimientos previos; falta de interés y seguimiento por parte de la familia; influencia de factores externos como televisión, juegos de ordenador, Internet, etc; promoción automática hasta el pasado curso escolar 2002-2003.

4. Metodología

La muestra con la que vamos a trabajar son los ochenta y ocho alumnos/as de 3º de E.S.O. (5 unidades) del I.E.S. "Miguel de Cervantes" de Lucena (Córdoba). Para verificar nuestra hipótesis de trabajo, vamos a utilizar dos instrumentos de recogida de datos:

-El primer instrumento va a ser una encuesta formada por una batería de 28 preguntas cerradas, en las que el alumno/a tiene la posibilidad de responder verdadero ó falso:

Encuesta de ideas relacionadas con la ciencia.

Lee atentamente cada frase y rodea con un círculo la opción que corresponde con tu opinión, teniendo en cuenta que: V=verdadero ; F=falso.

CURSO:	EDAD:	SEXO:
1. La masa de un cuerpo es igual a su peso		V F
2. El peso es una fuerza		V F
3. Los raíles del tren no necesitan junta de dilatación ya que el hierro no se dilata.		V F
4. El calor es lo mismo que la temperatura.		V F
5. La arena de la playa se calienta y se enfría más rápido que el agua de mar.		V F
6. El sonido se transmite en cualquier medio sólido, líquido, gaseoso y en el vacío		V F
7. La luz blanca es la suma de los colores del arco iris.		V F
8. La masa no cambia durante una reacción química.		V F

9. Cuando el butano arde se desprende vapor de agua. V F
10. La luz se propaga en línea recta. V F
11. La luz se propaga de forma instantánea. V F
12. La velocidad de la luz y del sonido son iguales. V F
13. Durante una tormenta se ve y se oye el rayo al mismo tiempo. V F
14. Cuando andamos sobre la nieve, nos ponemos raquetas para hundirnos. V F
15. Cuando aceleramos un vehículo, puede aumentar su velocidad. V F
16. Al profundizar en el agua los tímpano duelen ya que aumenta la presión hidrostática V F
17. Para elevar un coche en un taller mecánico, se puede hacer con una fuerza mucho menor de lo que pesa el coche. V F
18. Un cuerpo pesa lo mismo en el aire que en el agua. V F
19. Las mareas se producen por la atracción de la Luna y el Sol. V F
20. Un terremoto se produce por choque de placas tectónicas. V F
21. Las estaciones del año se producen por la rotación de la Tierra. V F
22. Cuando en el Hemisferio norte es invierno, en el sur es verano. V F
23. Un eclipse de Luna se produce cuando la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol V F
24. El efecto invernadero disminuye con la tala de árboles y quema de bosques. V F
25. La capa de ozono es perjudicial para el ser humano. V F
26. Los caracteres no se heredan de padres a hijos. V F
27. Se puede aprender a tener los ojos azules. V F
28. Un fungicida sirve para matar hongos. V F

-El segundo instrumento es un cuestionario de preguntas abiertas, formado por un total de ocho, de las cuales los alumnos de cada unidad sólo deberán responder tres de ellas.

CUESTIONARIO SOBRE IDEAS RELACIONADAS CON LA CIENCIA.

CURSO:

EDAD:

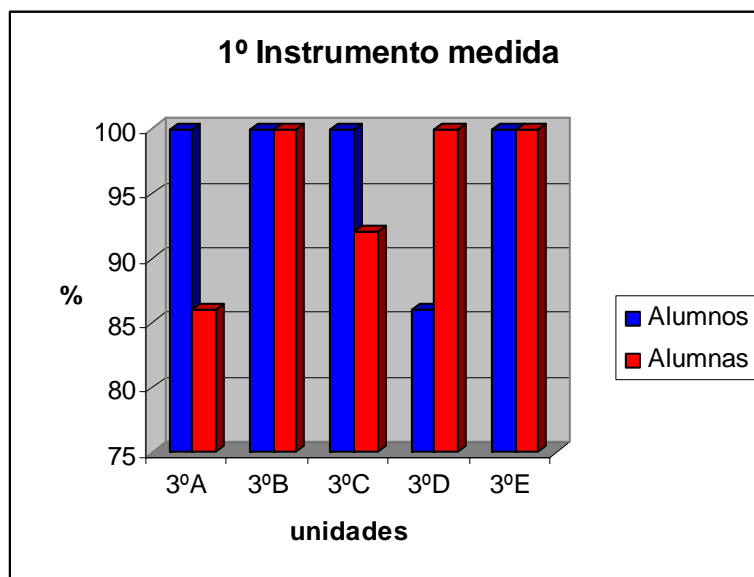
SEXO:

1. Si la fuerza aplicada sobre un cuerpo es $F = m \cdot a$, siendo "m" la masa del cuerpo y "a" la aceleración que adquiere, ¿se puede afirmar que el peso es también una fuerza, sabiendo que $P = m \cdot g$ ("P" es el peso, "m" la masa y "g" la aceleración de la gravedad)?
2. El agua está formada por oxígeno e hidrógeno. Al hacer reaccionar 2 g. de hidrógeno con 16 g. de oxígeno, la reacción es completa y se forma agua. ¿Qué cantidad de agua se forma?
3. ¿Cómo definirías la aceleración de un cuerpo móvil?
4. ¿Qué son las mareas?, ¿Por qué se producen?
5. Explica como se producen las estaciones del año.
6. ¿Cómo se producen un eclipse de Sol?, ¿Y un eclipse de Luna?
7. ¿Cómo se propaga el sonido?, ¿Necesita algún medio de propagación?
8. ¿Por qué las ambulancias llevan el letrero escrito al revés en la parte delantera?

6. Resultados

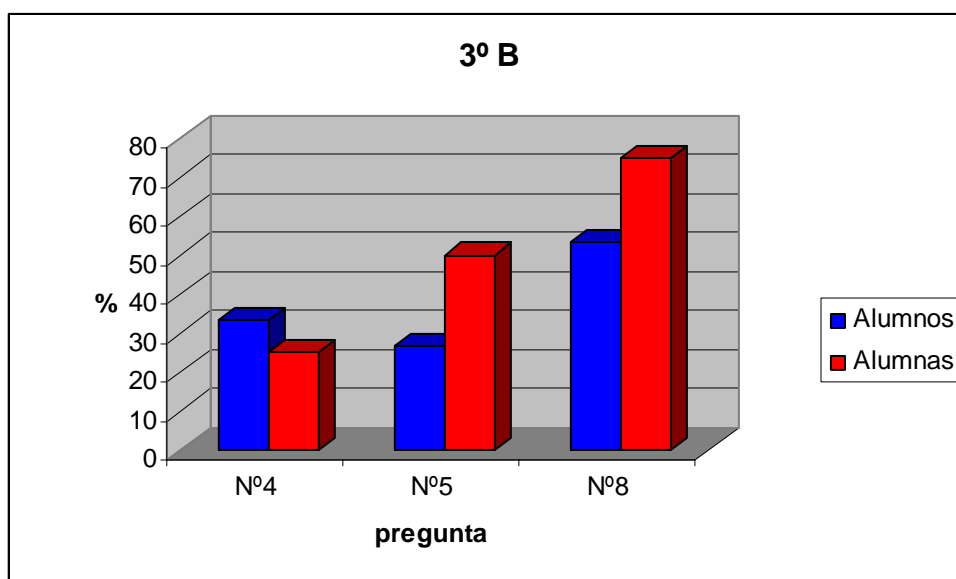
Respecto al primer instrumento de recogida de datos, en todas las unidades de 3º de E.S.O. el porcentaje de alumnos/as que responden adecuadamente está entre el 85,7% y el 100%:

Unidad	3ºA	3ºB	3ºC	3ºD	3ºE
Alumnos	100%	100%	100%	85,7%	100%
Alumnas	85,7%	100%	92,3%	100%	100%



Respecto al segundo instrumento de recogida de datos, los resultados no son tan positivos, esto se podría justificar apelando al esfuerzo casi infranqueable que tienen que hacer los alumnos/as para fabricar una respuesta coherente a lo que se pregunta. Sirva como ejemplo los siguientes datos, de alumnos que responden correctamente, obtenidos en una de las unidades:

Pregunta	Nº 4	Nº 5	Nº 8
Alumnos	33,3%	26,6%	53,3%
Alumnas	25%	50%	75%



7. Conclusiones

Los alumnos y alumnas de 3º de E.S.O. del I.E.S. "Miguel de Cervantes" de Lucena (Córdoba), se encuentran alfabetizados científicamente desde la óptica de una encuesta de preguntas cerradas (1º instrumento de recogida de datos). En cambio desde el punto de vista de un cuestionario abierto de preguntas (2º instrumento de recogida de datos), podríamos afirmar que nuestros alumnos se encuentran en vías de alfabetizarse científicamente.

Los alumnos obtienen unos resultados sensiblemente mejor que las alumnas, en el primer instrumento de medida, mientras que en el segundo la tendencia se invierte. Podríamos concluir que hay un equilibrio entre alumnos y alumnas a la hora de responder a los cuestionarios.

Para alfabetizar científicamente a nuestros alumnos/as, deberíamos plantear el aprendizaje como construcción de conocimientos a través del tratamiento de situaciones problemáticas que los estudiantes puedan considerar de interés. En definitiva la alfabetización científica debería ser un proceso de investigación canalizada o encauzada, que permita a los alumnos enfrentarse a problemas de cierta entidad, y construir ellos mismos los conocimientos científicos, que por regla general algunos (muchos) profesores ya transmiten confeccionados y elaborados, de manera que el aprendizaje sea más sólido, eficaz y significativo.

8. Bibliografía

- AAAS(1993): Benchmarks for Scientific Literacy. Washington Oxford University Press.
- ACEVEDO, J.A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Borrador, 13, 26-30. En sala de lecturas CTS+I de la OEI, 2001
- ACEVEDO, P. y ACEVEDO, J.A. (2002). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS : enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. Bordón, 54, 1, 5-18. (Versión electrónica) en sala de lecturas CTS+I de la OEI, 2003.
- ACEVEDO, J.A., ACEVEDO, P., MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. Revista Iberoamericana de Educación, edición electrónica "De los lectores".

- ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2002a). Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2.
- ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2002b). Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 1, 1 artículo 1.
- AIKENHEAD, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69 (4), 453-475.
- BINGLE, W. y GASKELL, P.J. (1994). Scientific Literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), pp 185-201.
- BYBEE, R. (1993). *Reforming science education: Social perspectives and personal reflections*. New York: Teacher College Press.
- BYBEE, R.(1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- FURIÓ, C. y VILCHES, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad, en Luis del Carmen (coord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- GIL, D. CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTINEZ Y TORREGROSA, J.(1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- HODSON, D.(1993). In search of a Rationale for Multicultural Science Education, *Science Education*, vol. 77, n.6, pp. 685-711.
- KEMP, A.C.(2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, N.C. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (eds.): *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, pp. 1202-1229- Pensacola, F.L.
- MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2001). *Avaluació dels temes de ciencia, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996). *National Science Education Standard*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- OEI (1999). Programa Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación.
- OEI (2001). Memoria de la programación 1999-2000, pp.121-134. Madrid: OEI.
- SABARIEGO, J.M. (2004). *Alfabetización Científica. Trabajo investigación de tercer ciclo*. Universidad de Córdoba.
- SOLBES, J. y VILCHES,A. (1997) STS interactions and the teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81, 4, 337-386.
- UNESCO-ICSU (1999a). Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI: Un nuevo compromiso, Budapest (Hungria), 26 junio - 1 julio de 1999.
- UNESCO-ICSU (1999b). Proyecto de programa en pro de la ciencia: Marco general de acción. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI: Un nuevo compromiso, Budapest (Hungria), 26 junio - 1 julio de 1999.