

## ¿Por qué existe una falla entre la innovación e investigación educativas y la práctica docente?

### *Why is there a fault line between innovation and educational research and the teaching practice?*

**María Jesús Martín-Díaz, María Sagrario Gutiérrez Julián  
y Miguel Ángel Gómez Crespo \***

La búsqueda de las causas que expliquen por qué las innovaciones e investigaciones educativas no salen de un círculo restringido y no alcanzan a la práctica docente es la finalidad de este artículo; porque encontrando esas causas tendríamos mejor diagnosticado el problema y se podrían aplicar las soluciones pertinentes con mayor conocimiento de causa. El paradigma de la alfabetización científica lleva décadas presente en los artículos de las revistas especializadas, pero apenas se deja ver en las aulas. ¿Dónde reside el problema: en la difusión del mismo o en su propia definición? Y profundizando más en estas causas: en el profesor, el sistema educativo, los currículos, entre otras. Para tratar de dar respuesta a estas preguntas, expertos en didáctica de las ciencias y profesores innovadores respondieron a un cuestionario, cuyos resultados parecen indicar que existen problemas tanto en la difusión como en la definición del paradigma.

**Palabras clave:** finalidades educativas, alfabetización científica, innovación e investigaciones didácticas, formación del profesorado

*This article searches for the reasons that explain why innovation and educative research keep constrained to a restrictive circle and do not influence real teaching practices. Finding those reasons could work as a sure way to diagnose the problem and apply solutions with a better knowledge. The paradigm of scientific alphabetization has been present for decades in specialized journals and academic papers, but it has shown little influence inside the classroom. Where is the problem: in its diffusion or in its own definition? And going deeper: is it the teachers, the educative system, the curricula? In an attempt to solve these questions, experts in didactics of science and innovative teachers have answered a specific questionnaire. Its analysis seems to indicate that the problem can be found in both the diffusion and the definition of the paradigm.*

**Key words:** educational purposes, scientific literacy, educational innovation and research, teacher training

\* María Jesús Martín-Díaz: catedrática de física y química, jefa de departamento, IES Jorge Manrique, España. Correo electrónico: mariajesus.martin@gmail.com. María Sagrario Gutiérrez Julián, catedrática de física y química, jubilada. Correo electrónico: marisa.gutierrezjulian@gmail.com. Miguel Ángel Gómez Crespo: catedrático de física y química, jefe de departamento, IES Victoria Kent, España. Correo electrónico: magc101@gmail.com.

## Introducción

La presencia de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana está cada día más extendida y, por tanto, resultan imprescindibles unos conocimientos básicos para tomar decisiones importantes para la vida personal y para participar activamente en la vida social dando respuesta argumentada a preguntas como: ¿Es conveniente que exista un cementerio nuclear en mi pueblo o ciudad? ¿Se deben entregar o no bolsas de plástico en los supermercados? ¿Conviene o no tomar alimentos transgénicos? La necesidad de una cultura científica para toda la ciudadanía empieza a ser defendida en algunos artículos de opinión en la prensa, como el de V. de Semir (Público, 26 de septiembre de 2010), donde su autor recordaba las palabras de Carl Sagan: “La ignorancia generalizada de la ciencia es un camino suicida”. O, lo que es lo mismo, la ciencia forma parte del acervo cultural de los pueblos (Gutiérrez et al, 2002)

12 Sin embargo, muchos alumnos de las asignaturas de ciencias de la naturaleza en la educación secundaria no perciben ni comparten que lo que se les esté enseñando sea útil para su vida personal y para tomar decisiones como las planteadas en las preguntas del párrafo anterior. Y tal vez tengan razón. Este hecho es la consecuencia de un aspecto importante de la enseñanza de las ciencias que hoy en día no parece estar clarificado, ya que sigue siendo origen de controversia: cuál es la finalidad de la educación científica en las distintas etapas educativas (Acevedo, 2004). Parece obvio que en la educación secundaria obligatoria se han de formar ciudadanos con capacidad de resolver problemas cotidianos relacionados con la ciencia y la tecnología, de tomar decisiones fundamentadas y de participar en temas sociales basados en conocimientos científico-tecnológicos. No obstante, en ocasiones los profesores olvidamos esta finalidad (que podemos llamar formativa o de alfabetización científica) y nos decantamos por enseñar a nuestros alumnos para prepararlos para estudios superiores únicamente, con una gran carga de academicismo y con una muy pequeña de funcionalidad, sin requerir apenas la utilización de los contenidos científicos para explicar situaciones cotidianas. Ello genera un alejamiento de los alumnos, que terminan percibiendo a la ciencia como un saber rígido, poco útil y reservado a unos pocos con capacidad para comprenderla y enfrentarse a los problemas que genera. En el ambiente de los institutos está siempre latente que las ciencias experimentales son más difíciles que otras materias y no accesibles para todos los alumnos (como argumento baste con recordar algunos comentarios que se pueden oír en las juntas de evaluación sobre las capacidades de los alumnos). Es decir, que la obviedad de la finalidad formativa de la educación científica, que planteábamos al principio, no se suele cumplir en la práctica cotidiana, porque la finalidad propedéutica -es decir, de preparación a estudios posteriores- sigue teniendo mucha presencia en las aulas.

¿No es la formación actual demasiado propedéutica, incluso para los futuros estudiantes de las facultades experimentales? ¿Es fundamental para todos los alumnos, independientemente de que sus estudios posteriores pertenezcan a las ramas de ciencias experimentales o no? ¿Permite que los alumnos alcancen la alfabetización científica necesaria para tomar decisiones y participar en la sociedad actual, con un ritmo de cambio un poco vertiginoso, como consecuencia de la ciencia y la tecnología? ¿Qué pasaría si la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en la

educación secundaria fuese más formativa y menos propedéutica?

Para tratar de encontrar respuesta a estas cuestiones, nos podemos preguntar qué conocimientos científicos logran nuestros alumnos al finalizar la educación secundaria sobre aspectos que inciden en su vida cotidiana presente o futura. Es más, preguntémosles a ellos sobre las ventajas e inconvenientes de las centrales nucleares, el posible riesgo de las radiaciones de los móviles, las redes Wi-Fi o los hornos microondas, si comen transgénicos, si es conveniente eliminar las bombillas tradicionales, si la ciencia es totalmente objetiva y neutra o por qué se utiliza la frase “Está científicamente probado”. En este sentido, Martín Gordillo (2009) señala: “Los dilemas éticos, los límites en la investigación o el compromiso social de la actividad científica son asuntos sobre los que no cabe negar su relevancia. Pero ¿evaluamos estas cuestiones como parte de los aprendizajes científicos de nuestros alumnos? ¿Cuánto tiempo dedicamos en nuestras clases de ciencias a los debates en torno a ellas?”.

Hasta este momento hemos defendido la necesidad de una finalidad formativa, pero eso no significa que hemos de olvidar totalmente la finalidad propedéutica sino que es necesario buscar una conjunción entre ambas. La solución no es fácil, pero sí que nos parece que es absolutamente necesario introducir la alfabetización científica en las aulas, para poder defender la presencia de las ciencias experimentales en el currículo de educación obligatoria. Además probablemente este enfoque aumentaría el número de alumnos que se decantaran por los estudios de la modalidad de ciencias en el bachillerato y posteriormente en los estudios universitarios.

13

Estos hechos han sido objeto de debates en el campo de la investigación didáctica de las ciencias durante décadas y han generado movimientos recogidos bajo distintos eslóganes: “Ciencia para todos”, “Alfabetización científica”, “Ciencia-Tecnología-Sociedad”, “Comprensión pública de la ciencias”. Todos ellos muy interesantes, con objetivos y finalidades muy similares, pero con escasa repercusión en la enseñanza diaria que tiene lugar en los centros. Después de décadas escribiendo y hablando sobre alfabetización científica en círculos vanguardistas o innovadores de la educación científica, lo cierto es que su influencia entre la mayoría del profesorado que imparte diariamente clases de ciencias experimentales es pequeña.

Incluso en ocasiones estos profesores pueden preguntar qué se quiere decir con “alfabetización científica”, qué implicaciones tiene el término para la enseñanza real del día a día en el aula. En varios momentos, distintos autores (Fensahm y Harlen, 1999; Cross y Price, 1999; Jenkins, 2000; Aikenhead, 2003; Martín-Díaz, 2004; Martín-Díaz et al, 2004, entre otros) han planteado la necesidad de hacer un alto en el camino y reflexionar sobre los logros y fracasos de la investigación sobre la educación y su incidencia real en la práctica docente. La realidad, que es bastante pertinaz, nos viene demostrando que existe un paradigma elitista y expositivo que parece tener bien determinadas todas sus “leyes, modelos e ideologías”, fruto de muchos años de experiencia, que no es fácilmente sustituible. Este paradigma de enseñanza, que podíamos llamar tradicional, basado en explicaciones bastante academicistas del profesor, con escasa participación del alumno, bajo contenido de trabajo experimental, resolución de ejercicios alejados de la vida cotidiana, y escaso

grado de funcionalidad, impera en las aulas y se resiste a abandonarlas. Además, suele estar ligado a una finalidad básicamente propedéutica y, por tanto, ha mostrado su eficacia en una educación selectiva, en la que además nos hemos formado la mayoría de los profesores actuales. Enfrente tendríamos el paradigma de alfabetización científica, centrado básicamente en la finalidad formativa; el alumno como sujeto activo del proceso y, por tanto, el profesor como mediador del mismo; el análisis de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad y la naturaleza de la ciencia; y la funcionalidad del aprendizaje.

¿Cuál es la causa o las causas de este hecho? En nuestra opinión nos podemos encontrar con dos hipótesis plausibles:

- a) *El problema se encuentra en la difusión del paradigma, ya que existen numerosos aspectos que lo dificultan y así ha sido señalado por distintas publicaciones (Cronin-Jones, 1991; Gil et al, 1998; Kempa, 2002)*
- b) *El cambio no ha tenido lugar en la práctica porque el nuevo paradigma, que hemos denominado alfabetización científica, a pesar de haber nacido hace bastantes años, no está claramente definido no tiene "leyes y teorías" aceptadas por toda la comunidad educativa, como fue señalado por algunos autores (Bybee, 1997) o lo muestra la existencia de tantos movimientos análogos (Martín-Díaz, 2004).*

Para tratar de buscar respuesta a este dilema y, por ende, a todo lo sumergido bajo él, planteamos unas preguntas a expertos, buscando las razones y algunas posibles soluciones a lo que hemos llamado crisis en la educación científica.

14

## 1. Metodología

Elaboramos un cuestionario de siete preguntas abiertas que enviamos por correo electrónico a 25 personas en España con amplia experiencia en la formación del profesorado y a profesores implicados en la innovación didáctica y que han experimentado en sus aulas nuevos materiales. La finalidad era, a través de las opiniones de expertos, tratar de dilucidar dónde está el origen de la escasa incidencia de las innovaciones e investigaciones en didáctica de las ciencias en las aulas: en su difusión o en su propia definición. El cuestionario se muestra en el **Anexo 1**.

Consecuentemente, el cuestionario, desde el punto de vista temático, consta de dos partes: las tres primeras preguntas hacen referencia a la difusión del paradigma y las cuatro restantes se centran en su definición. Desde el punto de vista estructural existen preguntas abiertas y preguntas tipo Likert en una escala 1-5. Las respuestas a las preguntas abiertas referidas a la difusión se han analizado y clasificado en las siguientes categorías: a) el profesor; b) el sistema educativo; c) las razones supra institucionales o sociales; y d) los proyectos innovadores. En las respuestas a las preguntas abiertas relativas al paradigma, las categorías pueden verse en los resultados. En las preguntas tipo Likert se calcularon las puntuaciones medias de las respuestas dadas.

Los datos del cuestionario se han completado a partir del análisis de las actividades realizadas y de las opiniones expresadas por un grupo de 135 profesores que participaban en un curso de formación permanente on-line realizado, en dos convocatorias, durante los cursos 2009/10 y 2010/11.<sup>1</sup> En este curso, entre otro tipo de tendencias, se presentaban los enfoques CTS y los profesores tenían que realizar diversas actividades relacionadas con ellos.<sup>2</sup>

## 2. Resultados

Los resultados se presentan en dos grandes apartados, en relación con la doble hipótesis planteada: difusión del paradigma y definición del mismo.

### 2.1. Difusión del paradigma

Como primera aproximación presentamos en la **Tabla 1** los resultados obtenidos para la pregunta número 2 del cuestionario, en la que se pide a los encuestados valoren en una escala Likert de 1 a 5, algunas posibles causas de la escasa repercusión de las tendencias en la innovación en investigación e innovación educativas en el aula. Como puede observarse, las dos que obtienen una mayor puntuación están relacionadas con la formación del profesorado, ya sea inicial o continua; seguidas de la importancia de los libros de texto en la difusión de las innovaciones educativas, hecho que no realizan normalmente. El resto de las causas propuestas (la falta de comunicación entre los profesores de las distintas etapas educativas, la necesidad de una evaluación externa, los currículos o la concepción de la ciencia en la sociedad) es valorado en torno a 3, es decir, por encima del valor medio. No cabe duda de que los expertos encuestados consideran que todas las razones expuestas tienen incidencia en la escasa difusión del nuevo paradigma de alfabetización científica; pero es la formación del profesorado la que alcanza cotas más altas.

15

1. Gómez Crespo, M. A.; Martín-Díaz, M. J. y Gutiérrez Julián, M. S. (2009): *Nuevas tendencias en Física y Química. Curso de formación on-line*, CRIF Las Acacias, aula virtual de formación del profesorado.

2. En este artículo se hace referencia a los datos referidos a las opiniones y la forma de trabajar de los profesores con respecto al CTS. La investigación se encuentra todavía en fase de tratamiento de datos y será objeto de una publicación posterior.

**Tabla 1. Posibles causas de la escasa difusión del nuevo paradigma en la enseñanza de las ciencias**

<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>MEDIA</b>
<i>El divorcio entre la concepción del público sobre el papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad y la de la innovación educativa.</i>	2,8
<i>Los diseños de los currículos frente a las propuestas de innovación</i>	3
<i>La inexistencia de evaluación externa.</i>	3,2
<i>La actual formación inicial del profesorado.</i>	4,4
<i>La actual formación continua del profesorado.</i>	4,3
<i>La falta de comunicación y de trabajo en equipo entre el profesorado de distintas etapas desde educación infantil a universidad.</i>	3,3
<i>La lenta y escasa recogida de las propuestas de innovación de los libros de texto</i>	3,7

En lo que se refiere al análisis de las preguntas abiertas, como ya hemos señalado en la metodología, de la categorización de las respuestas surgen cuatro grandes causas en la falta de difusión del paradigma (Martín-Díaz y otros, 2004).

16

### **2.1.1. El profesor**

Todos los encuestados consideran la formación inicial y permanente como las principales causas que dificultan la aceptación y puesta en práctica de las innovaciones, como ya observamos en la **Tabla 1**. La primera porque no responde a la profesión de docente, en la que se necesitan otros tipos de conocimientos además de los puramente disciplinares y porque todos tendemos a reproducir el modelo de profesor que hemos observado durante nuestra larga experiencia como alumnos universitarios, que en general se encuentra muy alejado del profesor innovador. La segunda porque son numerosos los encuestados que la consideran dispersa y voluntaria, imbricada en unas condiciones de trabajo del profesorado, que no potencian el trabajo en equipo, ni estimulan el intercambio, manteniendo la soledad del corredor de fondo que acompaña al profesor en su trabajo. Esta soledad con mucha facilidad se transforma en un individualismo que conlleva que cualquier modificación del trabajo en el aula suponga mucho trabajo extra, en el que se percibe una falta de correspondencia esfuerzo/resultados. A lo que se suele sumar la desmotivación de un buen número de profesores, relacionada con la falta de consideración social de la profesión y de la ciencia, o la presión externa debida a la extensión de los programas, los conflictos en el aula y la falta de valoración de las innovaciones por parte de los padres y de otros profesores, lo que conduce a la adopción de una actitud de supervivencia y, en ocasiones, a un rechazo de las propuestas novedosas. Oliva (2011) señala tras a entrevistar a 16 profesores de secundaria que comienzan un curso sobre el fomento de la innovación y la investigación: "También fueron frecuentes las alusiones a la falta de reconocimiento y

valoración que tiene la labor de innovación e investigación, tanto por parte de las instituciones educativas como de la propia sociedad en su conjunto”.

Según los expertos, todo lo anterior supone una falta de aprecio a la profesión. Entre los profesores de ciencias, no existe una “identidad profesional”. El profesorado se ve a sí mismo más como “científico” que como “docente” (igual ocurre en la universidad, donde no en vano se habla de carga docente). La docencia se considera de segunda categoría frente a investigación. Además, los encuestados indican cierto rechazo a aceptar nuevos referentes porque entre un buen número de profesores de ciencias tiene buena acogida el valor propedéutico de la enseñanza y, en consecuencia, cree que no hay por qué mejorar la estrategia docente sino la formación disciplinar. Tanto es así que los profesores en general no leen o leen muy poco sobre investigaciones e innovaciones didácticas (De Jong, 2007) o no consideran útil reflexionar, escribiendo sobre su propio trabajo (Sanmartí, 2008). Incluso entre los profesores que consideran que con el tipo de alumnado actual es imprescindible la modificación de la forma de trabajo en las aulas de ciencias, existe un cierto desprecio por la innovación y una inercia frente al cambio.

Las revistas especializadas sólo llegan a los profesores motivados, en parte por un problema de lenguaje, que para muchos profesores resulta incomprensible y es calificado de “jerga”. Además, la sensación de inseguridad y crisis que genera la innovación, sobre todo cuando no se cuenta con apoyo, se traduce en rechazo a las innovaciones percibidas como “impuestas desde fuera” y por agentes que no conocen la realidad de las aulas. Oliva (2011) indica que “algunos profesores manifestaban la existencia de una cierta aversión dentro del colectivo docente a las personas que se dedican a tareas de investigación educativa, tanto cuando éstas pertenecen al propio ámbito de la secundaria como, especialmente, cuando se trata de personas ajenas a la práctica docente en este nivel se percibe claramente un panorama dominado por una forma de actuar basada meramente en la experiencia personal y en la formación artesanal de cada uno”, generando un modelo que denomina “artesanal-individualista”, en el que resalta el individualismo que antes mencionábamos y el rechazo a las aportaciones de la didáctica.

También los expertos señalan entre las causas, la edad del profesorado. Hay quien considera que sólo la incorporación de profesorado nuevo puede modificar la situación. En este sentido, nosotros encontramos (Martín-Díaz, 2005) que el tiempo de experiencia docente ejerce un efecto positivo durante los primeros años de enseñanza, para luego dar lugar a un cierta estabilización o retroceso no significativo, que se supera en los últimos años de vida profesional, siendo altamente significativa la diferencia entre la escasa o nula experiencia docente y una vida dedicada a la docencia.

En resumen, las causas relacionadas con la figura del profesor las podemos esquematizar del siguiente modo:

- Formación inicial y permanente
- Características “implícitas” a la profesión
  - Individualismo
  - Desmotivación
- Falta de “identidad profesional”
  - Rechazo a aceptar nuevos referentes
  - Dificultades con la terminología de las publicaciones
- Edad del profesorado

### 2.1.2. El sistema educativo

Englobamos en este apartado las causas relacionadas tanto con el papel jugado por las administraciones educativas, nacionales o de la correspondiente comunidad autónoma, como el desempeñado por la universidad y por las editoriales.

Empezando por las administraciones educativas, en las respuestas vuelve a aparecer el tema de la formación permanente, entre cuyas causas se apuntan las siguientes: la inexistencia de metas educativas actualizadas y consensuadas, la inexistencia de carrera docente ligada al sistema funcionarial, el horario de formación fuera del horario laboral y, en ocasiones, la falta de apoyo económico. También los expertos apuntan a problemas relacionados con la forma de concebir la formación, hablan de la necesidad de plantearla de una manera más cooperativa, evitando las recetas, las prescripciones, y los cursillos sin seguimiento y apoyo posterior. Además, echan de menos una evaluación externa formativa del alumnado, no acreditativa, y el apoyo institucional a los proyectos de innovación.

18

Por lo que se refiere a la Universidad, la investigación y la innovación educativas siguen siendo cuestiones de rango menor y como consecuencia los contenidos más novedosos, como los que hacen referencia a la Ciencia-Tecnología-Sociedad, no han sido objeto de evaluación en las pruebas de acceso a la universidad en los años en que formaban parte del currículo, ni lo han hecho en los últimos cursos en los que han vuelto a aparecer epígrafes en la LOE (Ley Orgánica de Educación; MEC, 2006) con esa orientación.

No hay que dejar de lado el papel que desempeñan las editoriales que son quienes verdaderamente interpretan el currículo, y para quienes, por muy interesante que les parezca un proyecto, lo que no vende no se publica; sólo se atreven con pequeñas modificaciones (Martín Gordillo, 2009). En opinión de los expertos, la escasa recogida en los libros de texto es la principal razón después de las formaciones inicial y permanente por la que no se generalizan las innovaciones.

En resumen, las causas relacionadas con el sistema educativo las podemos esquematizar del siguiente modo:

- Administraciones educativas
  - Formación del profesorado
    - Ausencia de metas actualizadas
    - Inexistencia de carrera docente

- Falta de apoyo y desprestigio
- Ausencia de evaluación externa formativa
- Universidad
  - Pruebas de acceso a la Universidad no recogen innovaciones
- Editoriales
  - Libros de texto no recogen innovaciones

### **2.1.3. Las razones supra institucionales o sociales**

Las respuestas las podemos englobar en dos aspectos: a) concepción sobre el profesorado, la ciencia y la enseñanza de las ciencias en la sociedad; y b) valores educativos versus valores reales.

Según los expertos, la mayoría del profesorado considera que su trabajo no está valorado socialmente y además que su grado de responsabilidad ha ido aumentando paulatinamente en los últimos años (Marchesi, 2000). No es difícil escuchar en foros distintos que muchos de los problemas actuales -por ejemplo: violencia de género, embarazos no deseados, rechazo al consumismo, educación vial y demás- tendrían más fácil solución si formasen parte de la educación en las aulas. Esto encierra una gran parte de verdad, pero los profesores consideran que las demandas que tienen son cada vez mayores, y los reconocimientos y los recursos, menores.

En España todavía la ciencia no forma parte de la cultura y existe una valoración diferente de la cultura mal llamada humanística frente a la científica. No se ve la necesidad de una cultura científica para toda la ciudadanía y, en el caso de los alumnos que optan por continuar sus estudios en ciencias, lo que se prima en los currículos es el valor propedéutico. Estos factores son recogidos por varios de los encuestados que indican que es tal el cúmulo de nuevas responsabilidades a las que los hay que dar respuesta en la escuela que es comprensible la postura de un número, cada vez mayor, de profesores que considera que no vale la pena intentar innovaciones en las clases de ciencias, porque aprender ciencias no es tan importante como otras cosas.

Para completar esta imagen, podemos indicar que esta mayor exigencia a los profesores no va acompañada por la misma exigencia a otros sectores de la sociedad que en la actualidad influyen decisivamente en la educación de los jóvenes. Nos referimos, básicamente, a los medios de comunicación en los que se potencian unos valores sociales que se encuentran a años-luz de los valores potenciados en la escuela. Se estimula, por ejemplo, la fama del más "listillo" que es el que consigue vivir sin trabajar, sin ningún esfuerzo, difamando a los demás o vendiendo su vida personal; en ocasiones se hace apología del uso de las drogas; se identifica a la juventud con determinado tipo de vida y los responsables de algunos programas declaran que educar no es su función, que eso corresponde a otras instituciones.

Pero el papel de los medios de comunicación no acaba aquí, sino que estos medios también tienen un papel específico en el caso de la educación científica. Las concepciones de la ciencia y su enseñanza, anteriormente nombradas, se ven potenciadas por el desconocimiento y falta de aprecio de dichos medios hacia los

temas científicos, que no se preocupan de hacer ver y formar a la población en la necesidad de una cultura científica para poder participar de manera responsable en el rumbo de la sociedad, ya que en general el desconocimiento científico de sus profesionales alcanza cotas elevadas.

#### **2.1.4. Los proyectos innovadores**

Parece también necesaria una autocrítica sobre las finalidades de los propios proyectos y su utilidad. Los encuestados apuntan que muchas de las innovaciones motivan más a los alumnos, les divierten más pero no les capacitan para aprender mejor por sí mismos, ni se consigue que aprendan más. A algunos proyectos les falta credibilidad porque, detrás de una serie de tópicos, lo que esconden son planteamientos superficiales; otros carecen de utilidad por no resultar asequibles debido al lenguaje; hay algún experto que habla de círculos de iniciados en la elaboración de estos proyectos.

Otro problema preocupante es la distancia entre los temas que son objeto de estudio en las investigaciones educativas y la realidad de las aulas. ¿Para qué se investiga y se publica? Es importante contestar a estas preguntas y ser sincero al hacerlo. Además, los expertos señalan la necesidad de poner en cuestión entre los profesores el gran peso que tiene la enseñanza tradicional que se considera que reporta siempre resultados positivos, en ocasiones sin ningún tipo de análisis más que la tradición.

20

## **2.2. Definición del paradigma**

Hasta aquí, en este artículo hemos dado por supuesto que el paradigma de la alfabetización científica está bien definido y tiene suficiente potencialidad para convertirse en alternativa al paradigma imperante durante décadas en las aulas, con los contenidos académicos y conceptuales como base casi única del aprendizaje, con un alumno básicamente receptor de esos contenidos, con una metodología fundamentalmente expositiva y escasamente participativa, con una evaluación esencialmente acreditativa. En este apartado queremos incidir sobre el estado de definición del paradigma, es decir, sobre si el paradigma de la alfabetización científica está definido o no. En este paradigma incluimos las innovaciones educativas de las últimas décadas, desde el aprendizaje significativo hasta la inclusión de contenidos sobre naturaleza de la ciencia y CTS o las nuevas finalidades de la educación científica. Con esta intención, preguntamos a los mismos expertos sobre el significado de la alfabetización científica, los contenidos adecuados para lograrla, los alumnos a los que debe ir dirigida y las competencias y capacidades que tienen que desarrollar éstos como ciudadanos de una sociedad en la que se debe opinar y participar (Martín-Díaz et al, 2006).

En las respuestas sobre el significado de alfabetización científica encontramos que generalmente los expertos ligan este término, más o menos explícitamente, a las finalidades de la educación científica. Podríamos decir que consideran que la alfabetización científica es el fin de la educación en ciencias, pero en este fin podemos distinguir tres niveles claramente diferenciados:

- Un nivel centrado en lo conceptual, en la comprensión del mundo y de la sociedad en que vivimos, con una consecuencia importante: tener opiniones fundamentadas sobre temas sociales e individuales en los que están presentes o latentes la ciencia y de la tecnología y “sobrevivir en el mundo actual”.
- Un nivel centrado en la participación y actuación social, donde el fin no es sólo tener espíritu crítico y opiniones argumentadas sino también “participar en la toma de decisiones y actuar en la sociedad”.
- Un nivel centrado en la construcción de conocimiento. Hay quien ve la finalidad del aprendizaje no sólo para comprender y participar en sociedad, sino para seguir aprendiendo. Desde esta óptica, se puede definir la alfabetización científica como la capacidad de hacerse preguntas y buscar la información necesaria para darles respuesta.

A continuación, valoramos las respuestas dadas a “Contenidos versus capacidades”. La mayoría de los encuestados considera que la alfabetización científica implica necesariamente adquirir ciertos conocimientos y desarrollar capacidades; ambas cuestiones son consideradas imprescindibles. La discrepancia surge en el tipo de relación que existe entre ellas. Así, mientras algunos consideran que los conocimientos científicos son los medios necesarios para el desarrollo de las capacidades, que serían los fines, otros piensan que las capacidades son los medios para lograr determinados conocimientos científicos, que aquí serían los fines. Tal vez la cuestión parezca baladí, pero no lo es en nuestra opinión, porque está implícito qué es lo que se considera verdaderamente importante: el fin. También algún encuestado señala que en la educación científica el desarrollo de competencias o capacidades y conocimientos no debe ir “en paralelo” sino integrado.

21

Profundizando en este tema, queríamos saber qué capacidades y qué contenidos eran considerados más importantes.

### 2.2.1. ¿Qué capacidades?

La valoración que hicieron los encuestados de las distintas capacidades que se les plantearon para lograr la alfabetización se presenta en la **Tabla 2**, en una escala de 1 a 5. Observamos que la mayoría de las capacidades señaladas puntúan alto, salvo una (*Realizar medidas con los aparatos adecuados*) que podemos considerar típicamente procedimental científica (2,9) y otra (*Comprender y aplicar conceptos, leyes y teorías científicas*) altamente conceptual (3,8). Es importante señalar que todas las capacidades relacionadas con el manejo de la información se mueven en un rango entre 4,1 y 4,5; y todas las relacionadas con el ejercicio de una ciudadanía responsable, como la formación de opiniones, la toma de decisiones o la participación, alcanzan valores realmente elevados (4,8).

Aunque el bajo número de encuestados no permite sacar conclusiones, sí podemos señalar algunas tendencias interesantes. Parece que la división de categorías profesionales hace que cambie un poco el enfoque que se le da al problema. Así nos encontramos que los expertos que provienen del campo de la psicología valoran muy alto las capacidades generales que ayudan a moverse en la vida cotidiana y la sociedad, pero menos otras dos capacidades: comprender y aplicar leyes, conceptos y teorías científicas (3,5) y efectuar medidas con aparatos (2,5). Por otra parte, los

que podríamos considerar “expertos en didáctica” puntúan de forma intermedia estos dos tipos de capacidades. Mientras que los profesores a pie de aula parece que consideran un poco menos importantes las competencias más generales y conceden mayor importancia a lo que se parece más a la ciencia de siempre, en la que nos hemos formado. Sin embargo, en nuestra opinión para hablar de alfabetización hay que tenerlo todo presente. En cualquier caso, se puede comprobar que no es nada fácil dar el salto que supone despegarse del conocimiento más puramente científico y proyectarse en las capacidades que debería ostentar una ciudadanía responsable consigo mismo y con la sociedad.

**Tabla 2. Valoración de capacidades relacionadas con la alfabetización científica**

<b>CAPACIDADES</b>	<b>MEDIA</b>
Comprender y aplicar conceptos, leyes y teorías científicos.	3,8
Leer e interpretar tablas y gráficas de las que normalmente aparecen en la prensa.	4,4
Buscar información sobre cualquier tema que le interese.	4,3
Seleccionar la información.	4,4
Presentarla de forma adecuada para su comunicación a los demás.	4,1
Comprender artículos periodísticos o de revistas de divulgación sobre ciencia y la tecnología.	4,1
Realizar medidas con los aparatos adecuados.	2,9
Analizar críticamente diferentes opiniones sobre cuestiones sociales de índole científico- tecnológico.	4,7
Expresar y defender su opinión sobre cuestiones sociales de índole científico-tecnológico, exponiendo sus argumentos.	4,8
Tomar decisiones sobre dichas cuestiones y participar en la sociedad.	4,8

22

Cuando se pide a los encuestados que añadan otras capacidades necesarias para lograr la alfabetización científica, aportan las que se presentan en la **Tabla 3**. Como se puede observar, algunas capacidades de las propuestas están relacionadas con la naturaleza de la ciencia, como la 1, 2, 6 y 8; otras con el contexto social de la ciencia y su funcionalidad, como 4 y 5; otras sobre la argumentación de las afirmaciones, como la 3; ampliando aspectos de las capacidades dadas en la **Tabla 2** o elaborando nuevas capacidades.

**Tabla 3. Otras capacidades que deberán alcanzarse con la alfabetización científica**

<b>CAPACIDADES PROPUESTAS POR LOS ENCUESTADOS</b>
1. Diferenciar el conocimiento científico de otras formas de saber, considerando sus procesos de producción y validación.
2. Contrastar modelos y comprender las diferencias entre distintos niveles de análisis de la realidad (materia, organismo, persona, sociedad).
3. Razonar de acuerdo con unos principios y en función de datos disponibles, distinguir entre afirmaciones argumentadas y las que no lo están.
4. Aplicar conocimientos científico-tecnológicos en temas cotidianos, relacionados con salud e higiene, consumo, seguridad en el trabajo, relaciones sexuales, etc.
5. Situar las cuestiones científicas y técnicas en su contexto social, valorando sus repercusiones sobre la sociedad.
6. Capacidades relacionadas con el trabajo científico con proyección en la vida cotidiana, como plantear análisis cualitativos y formular preguntas operativas; construir hipótesis, fundamentadas en los conocimientos; elaborar estrategias para la resolución de problemas; realizar análisis de resultados y sus implicaciones; etc.
7. Capacidades apreciadas en el mundo laboral, tales como trabajar en equipo, tener iniciativa y creatividad, ser hábil para comunicarse con los demás, entre otras.
8. Reconocer que las decisiones que se van a tomar sobre asuntos tecno-científicos de interés social y participación cívica, se basan en valores personales, ideológicos, sociales y culturales.
9. Mostrar actitudes no dogmáticas y dispuestas a ser revisadas según la evolución de ciencia.

### 2.2.2. ¿Qué contenidos?

Intentando profundizar, son muchos los que se preguntan indirectamente por la forma de lograr dicha alfabetización. La respuesta les lleva necesariamente a los contenidos y señalan la necesidad de incluir en los currículos las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología, y aspectos de epistemología de la ciencia; o a considerar la necesidad de una *inmersión en la ciencia* mediante la realización de “pequeñas investigaciones”, o a conceder mayor importancia a los contenidos procedimentales y actitudinales. Son pocos los que nombran la ciencia “frontera”, es decir, los conocimientos en los que la ciencia no tiene una respuesta clara o en los que la ideología juega un papel importante, y que realmente forma parte de la ciencia a la que nos enfrentamos los ciudadanos día a día (fuentes de energía, clonación, repercusiones en la salud de la telefonía móvil). Creemos que el término “epistemología de la ciencia”, como el de alfabetización científica, debería ser objeto de reflexión, porque es un enorme cajón de sastre. Nos parece interesante la siguiente puntualización, *la vertiente “epistemológica” no se debe entender al estilo clásico, sino desde la nueva epistemología de la ciencia, que incorpora una reflexión crítica y mucho más completa (al incluir su vertiente social y política) sobre la actividad científica.*

La mayoría de los participantes considera que sería necesaria una reducción de los contenidos más académicos y disciplinares, para dar cabida a los anteriores, aunque

hay dos puntualizaciones interesantes:

- *Frente a reducción sería más adecuada una selección*, seleccionar unos pocos 'modelos' alrededor de los cuales gire todo el currículo. El problema se encuentra en definir cuáles son estos modelos.
- *Sería preciso un nuevo enfoque o tratamiento u orientación de los contenidos*, para abordarlos de manera más global y relacionada con la cultura y la vida diaria de los alumnos, haciendo que sean más funcionales.

No obstante, el problema no es de fácil solución: reducir seleccionando, pero para qué. ¿Para, como apuntan algunos participantes, introducir nuevos contenidos? ¿O para un tratamiento en más profundidad, con un enfoque más funcional o más contextualizado, o con un carácter más divulgativo? Y, en el caso de introducir "nuevos y distintos" contenidos, ¿cuáles serían éstos concretamente?

Como vemos, el problema está servido. Y ello partiendo de una situación en la que hay un gran consenso: sí a la reducción de los contenidos disciplinares. Dos participantes indicaban que la reducción de estos contenidos no debería ser un problema, ya que los contenidos son un medio para el logro de un fin y no un fin en sí mismos, dilema que ya señalábamos.

Terminamos el estado de definición del paradigma preguntando a los encuestados para qué edades de los alumnos es adecuada la alfabetización científica. La respuesta no parece presentar dudas a los expertos: para todos los alumnos y alumnas. Pero, a pesar de esta aparente unanimidad, también existe controversia. Así, mientras unos señalan que la alfabetización científica debe ir dirigida a la educación obligatoria, otros indican que también a bachillerato y la universidad. También se muestran diferencias en las primeras edades sobre la forma de enfocar la educación científica.

Ante estas respuestas, creemos que existe una base común en la definición del paradigma entre los encuestados pero su desarrollo no es completo, ya que existen demasiadas incógnitas, controversias o dudas sobre temas de vital importancia, como una buena selección y secuenciación de contenidos y capacidades dirigidas a lograr la alfabetización. La selección de contenidos conceptuales, de naturaleza de la ciencia (Martín-Díaz, 2006) de CTS, con mayor implicación social no es una tarea nada fácil, teniendo en cuenta lo difícil que es librarse para todos del viejo paradigma en el que nos hemos formado.

### **A modo de conclusión: alternativas a los problemas planteados**

En muchas ocasiones es más sencillo señalar los problemas que aportar soluciones para los mismos. No es éste el caso que nos ocupa, ya que después de señalar los factores sobre los que es posible actuar en la difusión del paradigma, los encuestados indican distintas formas de actuación, en algunos casos dispares, lo que enriquece el debate. Siguiendo el hilo de exposición del apartado anterior, nos encontramos que muchos señalan lógicamente la necesidad de mejorar la formación de los profesores,

tanto en su versión inicial como permanente. En lo que se refiere a la formación inicial, indican que es necesario reformarla de manera que, además de servir de vehículo para introducir las innovaciones e investigaciones didácticas, sea un elemento profesionalizador que cree nuevos referentes para la “identidad profesional” del profesor. El dilema surge en el momento de dar soluciones al problema y las opiniones se dividen entre los que consideran que debería formar parte de los cursos de licenciatura, dando lugar a una nueva especialidad, o los que consideran que debería concebirse como una formación de postgrado. Marchesi (2000) hace una discusión breve de las ventajas o inconvenientes de cada caso. En el momento actual, la LOE (MEC, 2006) ha adoptado una postura: al final de la licenciatura a través de un máster de un año de duración de 60 ETCS (European Credit Transfer and Accumulation System) repartidos en un módulo general, uno específico de la disciplina y uno práctico. Es posible que todavía sea pronto para evaluar este máster de posgrado, aunque se empiezan a escuchar algunas palabras críticas respecto a la importancia temporal concedida a las prácticas tuteladas que los alumnos deben hacer en los institutos de enseñanza secundaria y al sistema de selección de los tutores de las mismas.

Con respecto a la formación permanente, se ha señalado ya en la literatura (Briscoe, 1991; Vilches y Gil, 2007), y los encuestados así lo confirman que los cursos actuales, recojan o no las innovaciones educativas, tienen poca incidencia real en las aulas. Exactamente lo mismo se podría decir de los pocos materiales curriculares existentes, cercanos al profesorado, o de las revistas de divulgación didáctica, cuya difusión entre la mayoría de éste es casi nula (White, 1998). Incluso, en el caso de que el profesorado se sienta entusiasmado por las innovaciones, la vuelta a la realidad con su “soledad de corredor de fondo” y las exigencias de la organización del día a día terminan enterrando las mejores intenciones.

25

Entonces, ¿cómo debería concebirse la formación permanente? Vuelven a surgir ciertas discrepancias entre los entrevistados. A grandes rasgos, se distinguen dos posturas, aunque no necesariamente incompatibles: los que conciben la formación como un proceso de formación en centros, y posteriormente en zonas o distritos municipales, por áreas de conocimiento, con la presencia de asesores externos, trabajando “mano a mano” y los que la enfocan hacia la integración del profesor en equipos de investigación e innovación vinculados a los departamentos universitarios de didáctica.

Interpretamos que la diferencia básica entre las dos posturas se encuentra en dos aspectos: primero, en la implicación del profesorado en tareas de investigación o, solamente, de innovación; segundo, la mayor o menor presencia de los departamentos universitarios de didáctica de las ciencias en las tareas de formación del profesorado frente a organismos creados por las administraciones educativas, con la finalidad de formar asesores externos que realicen la formación en centros. Sin embargo, ambas posturas comparten la necesidad de sacar al profesorado de su aislamiento, de la creación de equipos de trabajo de profesores, de la reflexión sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias y su contribución a la formación de ciudadanos en la sociedad actual. Un proceso de reflexión que debe ser apoyado externamente, sugiriendo lecturas adecuadas, potenciando el debate y facilitando el

acceso de los profesores hacia los nuevos recursos e innovaciones que pueden encontrar a su alcance.

En definitiva, se trataría de que el profesorado sintiese como propias algunas de las innovaciones educativas, mostrándose entusiasmado con el reto de llevarlas al aula, hecho enriquecedor frente a la rutina diaria. En cualquiera de los dos casos, si queremos que la formación se conciba como parte del trabajo del profesor, es absolutamente fundamental que disponga de tiempo dentro de su horario laboral, de las condiciones materiales adecuadas para ello, y que se busquen fórmulas de reconocimiento.

Dos novedades acompañan la formación permanente en el momento actual. Por un lado, la enorme presencia de las tecnologías de información y comunicación tanto en la temática como en la forma de realización de los cursos ofertados, y por el otro, la obligación de realizar proyectos por parte del profesor para su propia práctica docente y para poder superar el curso. Ambos factores no fueron analizados en el cuestionario que nos ocupa por su aparición más reciente. Las ventajas e inconvenientes de los cursos en línea están siendo analizados en el artículo anteriormente mencionado que se encuentra en estado de preparación.

Si miramos hacia el apartado anterior, podemos observar que todas las sugerencias analizadas hasta ahora caen dentro del orden institucional, desde donde parece inevitable que deben ser potenciados los cambios, y hacen incidencia sobre la variable que se considera, hoy por hoy, el motor imprescindible del cambio: el profesorado. No obstante, también se señalan otras modificaciones que deberían venir de las instituciones educativas. Entre ellas podemos citar: la consideración de la evaluación como aspecto fundamental de la enseñanza, mediante la inclusión en los currículos de criterios de evaluación normativos que hagan referencia a las innovaciones que se quieren introducir y la aplicación de una evaluación externa que recoja las innovaciones y principales retos, con un carácter estrictamente formativo y no acreditativo de los alumnos, cuyos resultados sirvieran de base y punta de lanza para organizar las programaciones en los departamentos de los centros, con la ayuda de los asesores externos de los que antes hemos hablado; la conveniencia de implicar al mayor número posible de profesores en la elaboración de las reformas educativas; la disminución, o mejor sustitución, de ciertos contenidos en los currículos; un mayor apoyo en la innovación en el aula y mayor incidencia en el sistema de inspección y asesoramiento de los equipos docentes, estimulando activamente los esfuerzos de renovación, creando espacios educativos alternativos y consolidando la formación de equipos y el compromiso con la función escolar. El estatuto docente sigue estando todavía en el tintero.

El papel de las editoriales resulta fundamental, principalmente para el profesorado de secundaria encuestado, a la hora de difundir las innovaciones en sus materiales. Pero para ello parece necesario que el profesorado, en su mayoría, asuma de verdad como propias algunas de las propuestas más innovadoras, las incorpore a su práctica de forma cotidiana, de forma que las editoriales no tengan más alternativa que incluirlas en los libros de texto, lo que ayudará a aproximar las innovaciones a las aulas. Sin embargo, esto nos lleva a un problema circular, la pescadilla que se

muerde la cola: las editoriales incluirán las innovaciones cuando lo demanden los profesores, pero muchos profesores no las demandan porque las editoriales no se las hacen llegar.

En este contexto, es preciso tener muy en cuenta que los libros de texto tienen un papel primordial en todo el problema que nos ocupa, ya que para muchos profesores constituyen la referencia real para la preparación de sus clases junto con la impronta que dejó en todos nosotros la metodología usada en nuestro aprendizaje.

Haciendo autocrítica, se hace referencia a que parte de las dificultades para hacer llegar las innovaciones a los profesores radica en los propios “expertos” que las generan. Así, se señala que gran parte de la investigación que se realiza en los departamentos de didáctica está más dirigida a su publicación en revistas especializadas que a ayudar al profesorado en la mejora de la enseñanza, y que habría que hacer también un esfuerzo por acercar los problemas y objetos de investigación a los contextos reales del aula (Kempa, 2002). Es necesario que la investigación parta de la realidad cotidiana del profesorado y, sobre todo, que dé alternativas que sean vistas por el profesorado como factibles (de fácil y posible aplicación), útiles y dirigidas hacia las finalidades que él considera que tiene la enseñanza. Podríamos terminar este punto diciendo que el mismo esfuerzo que se ha venido haciendo para mejorar la divulgación científica, debería ahora dedicarse a la divulgación didáctica. Existen algunas revistas didácticas que sí que parece que han recogido entre sus objetivos el lograr un mayor acercamiento al profesorado publicando artículos menos especializados y más centrados en la práctica en las aulas, aunque su difusión sigue siendo todavía escasa.

27

No queremos finalizar este apartado sin hacer hincapié en la absoluta necesidad de que la educación recupere el valor social que le corresponde en la formación de la sociedad (señalado por algunos de los expertos) y en la reivindicación del papel fundamental que le corresponde al profesorado, junto con las familias, en dicha tarea: reivindicación que pasa por una mayor consideración social desde las administraciones educativas y por los medios de comunicación: ser capaz de educar necesita de una formación específica y no basta sólo con un conocimiento disciplinar.

El problema de la definición del paradigma se ha de resolver desde la investigación educativa. Hay algunas voces que indican que la introducción de las competencias por la LOE puede ayudar a resolver este problema, ya que dichas competencias ayudan a concretar y hacer operativas algunas de las ideas presentes en el paradigma de la alfabetización científica (Cañas y otros, 2007). En contraposición, hay quien piensa que las competencias no aportan nada nuevo a lo ya existente y además pueden contribuir a desarrollar la vertiente más neoliberal de la educación al potenciar la orientación laboral de los currículos.

La intención final de este artículo es tratar de abrir un debate sobre cuestiones fundamentales de la alfabetización científica que en nuestra opinión no están resueltas, como intenta poner de manifiesto este trabajo, y que son vitales tanto para tener un paradigma potente alternativo capaz de hacer frente al paradigma elitista, clásico, academicista y expositivo, como para difundirlo adecuadamente.

## Bibliografía

ACEVEDO, J. A. (2004): "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 1, nº 1, pp. 3-16. Disponible en: [http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen1/Numero\\_1\\_1/Educa\\_cient\\_ciudadania.pdf](http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen1/Numero_1_1/Educa_cient_ciudadania.pdf)

AIKENHEAD, G. (2003): "STS Education: A Rose by Any Other Name", en R. Cross (ed.): *Crusader for Science Education: Celebrating and Critiquing the Vision of Peter J. Fensham*, New York, Routledge Press, pp. 59-75.

BRISCOE, C. (1991): "The dynamic interactions among beliefs, role metaphores and teaching practices. A case study of teacher change", *Science Education*, vol. 75, nº 2, pp. 185-199.

BYBEE, R. (1997): "Towards an Understanding of Scientific Literacy", en W. Graber y C. Bolte (eds.): *Scientific Literacy*. Kiel, IPN, pp 37-68.

CAÑAS, A., MARTÍN-DÍAZ, M. J. y NIEDA, J. (2007): *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*, Madrid, Alianza Editorial.

CRONIN-JONES, L. (1991): "Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 38, nº 3, pp. 235-250.

CROSS, R. y PRICE, R. (1999): "The social responsibility of science and public understanding of science", *International Journal of Science Education*, vol. 21, nº 7, pp. 775-785.

DE JONG, O. (2007): "Teaching practice and research in chemistry education: living apart or together?" en M. Izquierdo, A. Caamaño y M. Quintanilla (coords.): *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona Press, pp. 165-173.

FENSHAM, P. y HARLEN, W. (1999): "School science and public understanding of science", *International Journal of Science Education*, vol. 21, nº 7, pp. 755-763.

GIL, D., FURIÓ, C. y GAVIDIA, V. (1998): "El profesorado y la reforma educativa en España", *Investigación en la Escuela*, vol. 36, pp. 49-64.

GUTIÉRREZ JULIÁN, M. S., GÓMEZ CRESPO, M. A. y MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2002): "¿Es cultura la ciencia?", en P. Membiela (coord.): *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva CTS. Una aproximación a la formación científica de la ciudadanía*, Madrid, Narcea, pp. 17-31.

JENKINS, E. (2000): "Science for all: Time for a paradigm shift?", en R. Millar, J. Leach y J. Osborne (eds.): *Improving science education: The contribution of research*. Buckingham, UK, Open University, pp. 207-226.

KEMPA, R. (2002): "Research and research utilisation in chemical education", *Chemistry education: research and practice in Europe*, vol. 3, nº 3, pp. 327-343. Disponible en: [http://www.uoi.gr/ceip/2002\\_October/pdf/05Kempa.pdf](http://www.uoi.gr/ceip/2002_October/pdf/05Kempa.pdf).

MARCHESI, A. (2000): *Controversias en la educación española*, Madrid, Alianza Editorial.

MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2004): "El papel de las ciencias de la naturaleza a debate", *Revista Iberoamericana de Educación (digital)*, vol. 33, nº 2. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/692MartinDiaz.PDF>.

MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2005): "Alfabetización científica: formación inicial, experiencia docente y pensamiento del profesorado", *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra, VII Congreso, Granada.

MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2006): "Educational background, teaching experience and teachers' ideas about the inclusion of nature of science into science curriculum", *International Journal of Science Education*, vol. 28, nº 10, pp. 1161-1180.

MARTÍN-DÍAZ, M. J., GUTIÉRREZ JULIÁN, M. S. y GÓMEZ CRESPO, M. A. (2004): "¿Hay crisis en la educación científica? El papel del movimiento CTS", *Perspectivas CTS na Inovação de Educação em ciência*, III Seminario Ibérico CTS no Ensino das Ciências, Aveiro, Portugal, Universidade de Aveiro, pp.39-46.

29

MARTÍN-DÍAZ, M. J., GUTIÉRREZ JULIÁN, M. S. y GÓMEZ CRESPO, M. A. (2006): "El paradigma de la alfabetización científica", IV Seminario Ibérico CTS en la educación científica, Málaga, Universidad de Málaga.

MARTÍN GORDILLO, M. (2009): "A modo de presentación: Algunos interrogantes sobre la educación científica", *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Documento de trabajo nº 03, Madrid, Centro de Altos Estudios de la OEI, pp. 5-10. Disponible en: <http://www.oei.es/DOCUMENTO3caeu.pdf>.

MEC (2006): LOE, Ley Orgánica de Educación, Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo, BOE de 4 de mayo de 2006, Madrid.

OLIVA, J. M. (2011): "Dificultades para la implicación del profesorado de educación secundaria en la lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias (I): el problema de la inmersión", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 8, nº 1, pp. 41-53. Disponible en: <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/view/107>

SANMARTÍ, N. (2008): "Contribuciones y desafíos de las publicaciones del área de educación en ciencias en la construcción y consolidación de la identidad del área: la

experiencia de la revista Enseñanza de las Ciencias”, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 26, n° 3, pp. 301-310.

WHITE, R. (1998): “Research, theories of learning, principles of teaching and classroom practice: Examples and issues”, *Studies in Science Education*, vol. 31, pp. 55-70.

VILCHES, A. y GIL, D. (2007): “La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad”, *Tecné, Episteme y Didaxis*, vol. 22, pp. 67,85.

## **Agradecimientos**

J. A. Acevedo, P. Bacas, J. R. Belmonte, A. Caamaño, J. M. Campanario, A. Cañas, D. Dolz, D. García, D. Gil, A. Gil, M. P. Jiménez Aleixandre, E. Martín, E. Mazzuchi, J. Niedo, J. M. Oliva, A. Oñorbe, J. I. Pozo, T. Prieto, A. de Pro, R. Rubio, N. Sanmarti, C. Sanz, J. Solbes, A. Vázquez y A. Vilches

## **Anexo 1. Cuestionario**

30

### ***Reflexión en torno al estado de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en la actualidad***

1. *La experiencia y los datos obtenidos hasta el momento parecen constatar que la difusión alcanzada entre la mayoría del profesorado de los distintos movimientos para la renovación e innovación de la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza es escasa. ¿Cuáles crees que pueden ser las causas de este hecho?*

2. *A continuación, te exponemos cuáles pueden ser, desde nuestro punto de vista, algunas de estas posibles causas hipotéticas. Valora de 1 a 5 (1-poco importante, 5-muy importante) cada una de ellas.*

- *El divorcio entre la concepción del público sobre el papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad, y la de la innovación educativa.*
- *Los diseños de los currículos frente a las propuestas de innovación.*
- *La inexistencia de evaluación externa.*
- *La actual formación inicial del profesorado.*
- *La actual formación continua del profesorado.*
- *La falta de comunicación y de trabajo en equipo entre el profesorado de distintas etapas desde educación infantil a universidad.*
- *La lenta y escasa recogida de las propuestas de innovación de los libros de texto.*

*Valora las propuestas por ti.*

3. *¿Qué sugerencias harías para tratar de disminuir la separación existente entre las propuestas de los expertos y la mayoría del profesorado en su práctica docente, que incidan directamente sobre las causas que has señalado en la pregunta anterior? Si es posible, añade la forma o estrategias que deberían hacerse para convertir en realidad, las sugerencias.*

4. *En los últimos años se ha acuñado el término “alfabetización científica-tecnológica”, pero tal vez sea preciso poner en común las ideas que tenemos sobre su significado y en qué momento y cómo lograrla, para poder avanzar en este aspecto. ¿Qué entiendes por alfabetización científica-tecnológica?*

5. *¿La alfabetización científica-tecnológica supone tener conocimientos científicos y tecnológicos actuales o sobre epistemología de la ciencia, o adquirir ciertas capacidades o competencias, o ambas cosas? Por favor, explica la respuesta.*

6. *Si consideras que se deben adquirir ciertas capacidades, valora las siguientes entre 1 y 5 (1-poco importante, 5-muy importante):*

- *Comprender y aplicar conceptos, leyes y teorías científicos.*
- *Leer e interpretar tablas y gráficas de las que normalmente aparecen en la prensa.*
- *Buscar información sobre cualquier tema que le interese.*
- *Seleccionar la información.*
- *Presentarla de forma adecuada para su comunicación a los demás.*
- *Comprender los artículos periodísticos o las revistas de divulgación sobre ciencia y la tecnología.*
- *Realizar medidas con los aparatos adecuados.*
- *Analizar críticamente diferentes opiniones sobre cuestiones sociales de índole científico o tecnológico.*
- *Expresar y defender su opinión sobre cuestiones sociales de índole científico o tecnológico, exponiendo sus argumentos.*
- *Tomar decisiones sobre dichas cuestiones y participar en la sociedad*

*Añade las que consideres y valóralas.*

7. *¿De qué manera (escuela, medios de comunicación, etc.) se puede lograr la alfabetización científica? En la escuela, ¿debe existir una reducción de los contenidos científicos disciplinares?*

8. *En la escuela, ¿a qué edades o etapas debe ir dirigida la alfabetización científica? ¿Para quienes, para todos los alumnos o sólo para una parte?*