

# ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE

What science education is promoted for primary education in Spain? An analysis of the national curriculum

Antonio García-Carmona, Ana M. Criado, Pedro Cañal  
*Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla*  
garcia-carmona@us.es, acriado@us.es, pcanal@us.es

**RESUMEN** • Se analiza la educación científica promovida por el currículo oficial de primaria en España. El análisis centra la atención en los aspectos siguientes relativos a la ciencia escolar: naturaleza y sociología de la ciencia; axiología; psicología en el aprendizaje de la ciencia; objetivos, competencias, contenidos y criterios de evaluación; actividades, recursos y estrategias de enseñanza. Los resultados indican que las prescripciones del currículo oficial de la LOE para la educación científica en primaria no sintonizan adecuadamente con las actuales tendencias en Didáctica de las Ciencias. A la vista de las carencias detectadas, se hacen algunas recomendaciones que mejorarían la propuesta oficial al respecto.

**PALABRAS CLAVE:** ciencia escolar; currículo oficial; educación científica; educación primaria; Ley Orgánica de Educación (LOE).

**ABSTRACT** • Science education promoted by the national curriculum of primary education in Spain is analyzed. The analysis pays attention to the following aspects regarding the school science: nature and sociology of science; axiology; psychology in science learning; goals, competences, contents and evaluation criteria; activities, didactic and methodological resources and teaching strategies. Results indicate that primary school science proposed in the national curriculum does not completely adjust with current trends in Science Education. In view of the lacks detected in the curriculum several recommendations are proposed.

**KEYWORDS:** official curriculum; Organic Law of Education; primary education; school science; science education.

Fecha de recepción: septiembre 2011 • Aceptado: febrero 2012

García-Carmona, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), pp.139-157

## INTRODUCCIÓN

No son pocas las voces que, en los últimos años, están alertando de la preocupante situación en la que se halla la educación científica en Europa. Así lo indican el informe de Rocard *et al.* (2007) y el de la fundación Nuffield (Osborne y Dillon, 2008). La cuestión es aún más alarmante en España: los resultados obtenidos en las últimas evaluaciones PISA sobre competencia científica nos sitúan por debajo de la media de los países de la OCDE.

Recientemente, la Confederación de Sociedades Científicas de España ha publicado el informe Enciende (Couso *et al.*, 2011), que también advierte sobre la imperiosa necesidad de promover, desde edades tempranas (entre 3 y 16 años), una adecuada educación científica en España. Entre sus recomendaciones destaca:

... la necesidad de apoyar y potenciar una renovación de la enseñanza de las ciencias, no solo de los contenidos o metodologías de aula, sino también del enfoque de la evaluación interna y externa, que ponga el acento en la aplicación de los contenidos en contextos diversos y relevantes (p. 17).

Ello sugiere la atención y mejora didáctica de una diversidad de aspectos que irían desde las prescripciones oficiales de los currículos escolares de ciencia, hasta la ciencia que terminan enseñando los profesores y aprendiendo los alumnos, pasando por los recursos didácticos y metodológicos empleados. En este sentido, desarrollamos un proyecto de investigación nacional orientado a contribuir a la mejora de la educación científica en las etapas educativas básicas. Entre otras cuestiones, analizamos en qué medida las prescripciones oficiales del currículo LOE para primaria, como marco básico y común de enseñanzas mínimas para todo el Estado español, favorecen o dificultan el adecuado desarrollo de la educación científica deseable para la etapa.

## ANTECEDENTES

El informe Nuffield (Osborne y Dillon, 2008) indica que, pese a las continuas reformas curriculares para renovar la educación científica, su implementación en las aulas termina siempre reduciéndose a una misma perspectiva: la ciencia escolar orientada a preparar a los estudiantes como si todos fueran a convertirse en científicos. Al respecto, hace una serie de recomendaciones a los países de la UE para que promuevan una educación científica básica, acorde con las necesidades de la sociedad actual. Las recomendaciones parten de un análisis de las implementaciones que suelen hacerse de los currículos de ciencias en las aulas.

Similarmente, el informe de Rocard *et al.* (2007) pone el énfasis en promover, entre los países de la UE, iniciativas encaminadas al diseño de propuestas curriculares innovadoras que impulsen el aprendizaje de la ciencia escolar como investigación. Pero su denuncia de la preocupante situación actual de la educación científica se centra, igualmente, en las malogradas implementaciones a partir de dichas prescripciones; es decir, sitúa en el centro de sus críticas a los profesores y diseñadores de materiales curriculares.

Sin embargo, en estos informes se echa en falta un aporte analítico de lo que realmente prescriben las autoridades educativas, a fin de valorar si ello también contribuye a que la ciencia escolar deseable no sea adecuadamente desarrollada en las aulas. Son escasos los estudios que realizan un análisis directo del currículo oficial para determinar sus puntos fuertes y débiles, en aras de promover una adecuada educación científica en las primeras etapas educativas. Uno de ellos es el de García de Cajén *et al.* (2002), quienes analizaron cómo el currículo oficial argentino fomenta el aprendizaje de las estrategias de razonamiento y de argumentación en primaria y secundaria. Concluyeron que los procedimientos que podrían favorecer tales estrategias no eran prescritos convenientemente.

En el contexto español destacan dos trabajos sobre la educación científica prescrita en el currículo estatal para primaria, en el marco de la LOE. El primero, de De Pro y Miralles (2009), examina los distintos elementos del currículo con especial atención a las competencias como elemento novedoso. Entre las deficiencias encontradas cabe destacar las siguientes: *a)* percepción disciplinar y predominantemente conceptual de la propuesta de contenidos; *b)* desatención a las aportaciones de la investigación didáctica en la propuesta de contenidos, observándose que unos no están suficientemente justificados para la etapa y otros resultan bastante complejos para ésta; *c)* ausencia de orientaciones metodológicas para la promoción de un aprendizaje por competencias en el aula; *d)* escasa incidencia del enfoque educativo basado en competencias en la propuesta de contenidos, y *e)* incidencia nada clara de los planteamientos PISA en los criterios de evaluación, pese a ser el referente para las evaluaciones de la competencia científica en la educación obligatoria.

El segundo, de Banet (2010), también analiza las orientaciones ofrecidas por el currículo estatal de primaria para la educación científica en esta etapa, comparando las novedades de la LOE respecto a las prescripciones de las dos reformas educativas anteriores (LOGSE y LOCE). Coincidiendo con el trabajo anterior, encuentra que el currículo de primaria incluye contenidos de ciencias que, por su nivel de abstracción, deberían posponerse a la etapa educativa posterior. Asimismo, critica que el documento ponga el acento en el aprendizaje de conocimientos de ciencias declarativos, frente a los de tipo procedimental y actitudinal, cuando lo que debería ser prioritario en esta etapa –según el propio autor– es el desarrollo de actitudes planteadas en forma de conductas (desarrollar comportamientos responsables).

Ambos estudios concluyen, por tanto, que el currículo de la LOE para primaria presenta carencias significativas con vistas a favorecer una educación científica inicial, acorde con las exigencias socioculturales actuales. Sin embargo, dada la importancia del problema, conviene seguir profundizando en su análisis con nuevos enfoques y atendiendo a un número mayor de aspectos relativos a la enseñanza de la ciencia. Así, además de analizar desde otras perspectivas los aspectos ya comentados, cabe preguntarse qué sugerencias hace el documento respecto a las perspectivas epistemológica y sociológica de la ciencia, algo demandado en los últimos años para la educación científica primaria (Dolan, Nichols y Zeidler, 2009; Akerson *et al.*, 2011); sobre los planteamientos psicológicos para el aprendizaje de la ciencia, o sobre los recursos y estrategias de enseñanza promovidos, como se verá después.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con lo expuesto, nuestra investigación aborda la siguiente pregunta: *¿Qué prescripciones hace el currículo oficial de la LOE para la educación primaria respecto a la educación científica, y hasta qué punto son coherentes con las actuales tendencias en Didáctica de las Ciencias?*

Para ello, se analizó la regulación estatal de enseñanzas mínimas para el área de Conocimiento del Medio (en adelante, CM), según el R.D. 1513/2006, de 7 de diciembre, del Ministerio de Educación. Si bien el análisis tendrá otro enfoque respecto a los trabajos precedentes citados, sus hallazgos nos instan a asumir como hipótesis general por contrastar que, bien por omisiones, bien por planteamientos incoherentes, o bien por alusiones excesivamente superficiales, *el documento no hace una prescripción para la ciencia escolar de primaria totalmente acorde con las tendencias actuales en Didáctica de las Ciencias, y más particularmente con las sugerencias para niveles educativos elementales.*

## METODOLOGÍA

Dado que el currículo estatal LOE para primaria limita sus prescripciones a *objetivos, competencias básicas, contenidos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación* (artículo 5 de las disposiciones generales), se

diseñó un cuestionario que permitiera el análisis de tales elementos curriculares. Para ello, se establecieron nueve dimensiones relativas a diferentes aspectos didácticos y epistemológicos de la ciencia escolar; a saber: 1) naturaleza y sociología de la ciencia, 2) axiología, 3) psicología del aprendizaje de la ciencia, 4) objetivos y competencias, 5) contenidos, 6) actividades, 7) estrategias de enseñanza, 8) recursos y 9) criterios de evaluación (véase el anexo). Se trató de verificar si los estándares establecidos para cada dimensión se indican en el currículo y, dado el caso, de qué modo. Concretamente, se valoró si:

- Se indica o sugiere clara y explícitamente el aspecto.
- Se indica implícitamente el aspecto, de manera superficial o incompleta.
- No se indica o menciona el aspecto.

El diseño del cuestionario empleado partió de los antecedentes, instrumentos y resultados obtenidos en un estudio anterior sobre obstáculos y dificultades de los profesores de primaria en su práctica docente<sup>1</sup> (Cañal, 2006; Pozuelos, Travé y Cañal, 2010). Dicho estudio incluyó el análisis cuantitativo y cualitativo de las concepciones y la práctica docente de muestras de estudiantes de magisterio, y estudios de caso de diversos colectivos de docentes de primaria, con el objetivo de determinar los principales obstáculos que se manifiestan en su formación y desarrollo profesional.

La determinación de los estándares para cada una de las dimensiones del cuestionario requirió también de una revisión de la literatura de la última década sobre Didáctica de las Ciencias, pues es exigible que el marco curricular que regula la educación científica básica, en cuanto a qué enseñar y cómo hacerlo, sea coherente con la fundamentación didáctica actual. Han sido especialmente valiosos, para ello, los trabajos de Appleton (2003); Cañal, Pozuelos y Travé (2005); Crawford (2007); Lunetta, Hofstein y Clough (2007); Murphy, Neil y Beggs (2007); Maeztu, Nuño y Pérez de Eulate (2008); Osborne y Dillon (2008), y Gilbert, Bulte y Pilot (2010), entre otros.

Como estrategia de validación y fiabilidad, en primer lugar, dos investigadores del equipo elaboraron separadamente un primer borrador completo del cuestionario. Luego consensuaron una primera versión de este. La misma fue revisada por un tercer investigador del equipo, quien también hizo sus aportaciones para obtener una segunda versión. A continuación, los dos primeros investigadores hicieron un análisis preliminar interjueces del currículo. Esto permitió pulir más aún el cuestionario y obtener una tercera versión. Finalmente, tras un lapso de tiempo de unos cuatro meses, uno de los investigadores volvió a revisar el instrumento hasta obtener la cuarta y definitiva versión del instrumento. Este investigador, además, volvió a realizar el análisis (proceso intrajuez) con la última versión, consiguiendo así resultados más significativos que los obtenidos en el análisis preliminar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que sigue, se presentan los resultados agrupando algunas de las dimensiones analizadas por su proximidad o relación a fin de facilitar su exposición discursiva.

### Naturaleza y sociología de la ciencia

La integración de contenidos de *naturaleza de la ciencia* (NDC) como elemento básico del currículo de ciencia es uno de los grandes retos de la educación científica en general (Lederman, 2007), y ello

1. Proyecto de I+D+i (2004-2007), con código SEJ2004-04962, titulado «Un estudio sobre los obstáculos y dificultades didácticas del profesorado de primaria en el diseño y puesta en práctica de procesos de investigación escolar: elaboración y experimentación de una propuesta para la formación del profesorado».

ya empieza a ser seriamente demandado para los niveles educativos más básicos (Akerson *et al.*, 2011). Esto supone que, además del aprendizaje de conceptos y procedimientos básicos de la ciencia, deben adquirirse conocimientos sobre qué es la ciencia, cómo se construye y funciona, cuáles son sus relaciones con la tecnología y la sociedad, etc.

La complejidad del término NDC genera controversia respecto a qué contenidos deberían ser prioritarios en el currículo de ciencia (Acevedo *et al.*, 2007). Además, su adaptación al ámbito escolar requiere –como con otros contenidos– una atención especial para que su enseñanza y aprendizaje lleguen a ser efectivos (Taber, 2008); sobre todo en las primeras etapas educativas. Aún así existen consensos (p.e., Osborne *et al.*, 2003) que se están imponiendo en los currículos escolares de ciencia de muchos países. Estos ponen énfasis en la introducción de aspectos históricos y epistemológicos relativos a la ciencia, las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) y cuestiones sobre sociología interna de la ciencia.

El currículo oficial hace alusiones explícitas a componentes epistemológicos y sociológicos de la ciencia, obviamente desde una perspectiva escolar: los objetivos (interpretar, explicar y predecir fenómenos) y finalidades de la ciencia (para qué se investiga), su base empírica, su carácter multidisciplinar y la importancia de las interacciones CTS. Ejemplos de alusiones, al respecto, en el documento (pp. 43.059-43.060):

- ... reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora como construcción social del conocimiento a lo largo de la historia.
- ... diferenciación y valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento, y la utilización de valores y criterios éticos asociados a la ciencia y al desarrollo tecnológico.
- ... identificar preguntas o problemas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con la finalidad de comprender y tomar decisiones sobre el mundo físico...
- ... habilidad progresiva para poner en práctica los procesos y actitudes propios del análisis sistemático y de indagación científica...
- ... interpretar el mundo [...] exige la aplicación de los conceptos y principios básicos que permiten el análisis de los fenómenos desde los diferentes campos de conocimiento científico involucrados.

Es criticable el modo como hace alusión a los procesos habituales de la ciencia cuando habla de los «rasgos del método con el que se construye el conocimiento científico» (p. 43.064). Sabemos que no hay una sola forma de investigar, por lo que no resulta apropiado hablar de «el método». No obstante, el currículo antes se refiere adecuadamente a «los procesos y actitudes propios del análisis sistemático y de indagación científica» (p. 43.064), de modo que se aprecia cierto descuido respecto a dicho aspecto epistemológico.

Por otra parte, el currículo omite otros aspectos esenciales de epistemología y sociología de la ciencia para una adecuada educación científica. Por ejemplo, no incide en que la construcción del conocimiento científico es fruto de consensos en la comunidad científica. Tampoco se refiere a la importancia del pensamiento divergente en el desarrollo de la ciencia, ni a determinados aspectos subjetivos, esenciales en su construcción, como la creatividad y la imaginación de los científicos. Asimismo, muestra exigua atención a que el conocimiento científico se construye, generalmente, de forma colectiva (con la suma de muchas aportaciones) y a que tiene un carácter provisional y evolutivo.

La inclusión de las ideas anteriores en primaria –fundamentalmente hacia el tercer ciclo de la etapa y con las adaptaciones pertinentes– resulta especialmente importante, con vistas a evitar una concepción idealizada y positivista de la ciencia, aún bastante arraigada en estudiantes y profesores (Lederman, 2007). En este sentido, resulta especialmente útil la integración de contenidos de historia de la ciencia (Rudge y Howe, 2009) adecuados a la etapa.

Todos estos aspectos relativos a la ciencia que se omiten, o son mencionados de manera poco precisa o exigua en el currículo oficial, difícilmente serán luego incluidos en los materiales curriculares que de él se deriven.

### **Axiología (y pensamiento crítico desde la educación científica)**

El currículo hace alusión a la necesidad de que los escolares adquieran actitudes y valores que los ayuden a analizar y participar como ciudadanos críticos y responsables ante aspectos sociocientíficos controvertidos; a discernir entre ciencia y *pseudociencia* en mensajes publicitarios, etc. Y pone especial énfasis en la adquisición de actitudes que favorezcan un entorno sionatural más saludable y sostenible. Ejemplos de referencias a todas estas cuestiones:

... uso responsable de los recursos naturales, el cuidado del medio ambiente, el consumo racional y responsable, y la protección de la salud individual y colectiva como elementos clave de la calidad de vida de las personas (p. 43.060).

... demostrar espíritu crítico en la observación de la realidad y en el análisis de los mensajes informativos y publicitarios... (p. 43.060).

... el currículo del área pretende desarrollar en el alumnado [...] actitudes para que pueda comprender mejor la sociedad y el mundo de hoy y para que pueda acceder a él con madurez y responsabilidad (p. 43.064).

Asimismo, a diferencia de lo que concluye Banet (2010), encontramos que el documento promueve –tanto en la descripción de la competencia científica como en la descripción de los bloques de contenidos y en la formulación de los objetivos– el desarrollo de actitudes conductuales por parte de los escolares. Por ejemplo:

... integra conocimientos, habilidades y destrezas para, desde el conocimiento del propio cuerpo, prevenir conductas de riesgo y tomar iniciativas para desarrollar y fortalecer comportamientos responsables y estilos de vida saludables. (p. 43.063)

Comportarse de acuerdo con los hábitos de salud y cuidado personal que se derivan del conocimiento del cuerpo humano... (p. 43.064)

Por otra parte, el documento apenas incide en el hecho de que el desarrollo científico-tecnológico está repleto de conflictos éticos y morales; solo lo menciona de manera excesivamente breve y superficial: «... la utilización de valores y criterios éticos asociados a la ciencia y al desarrollo tecnológico» (p. 43.060). El hecho de que no haga mención explícita a esto último, resaltando que es algo inherente al desarrollo científico, poco favorece el fomento de dichas actitudes en el aula.

Algunos estudios (Lee y Witz, 2009) han constatado la resistencia del profesorado a incluir en sus clases el análisis de tales aspectos por no considerarlos contenidos científicos, o bien, no prioritarios. Por ello, junto a una adecuada formación del profesorado sobre NDC, el currículo oficial debería fomentar, ineludiblemente, que tales conflictos éticos y morales formen parte de la ciencia, y, consecuentemente, deben tener incidencia en la ciencia escolar (Bell y Lederman, 2003; Dolan, Nichols y Zeidler, 2009). Si no, se seguirá contribuyendo a la incongruencia permanente entre el discurso de las reformas de los currículos de ciencias y la práctica docente real en las aulas (Hipkins, Barker y Bolstad, 2005).

## Psicología del aprendizaje de la ciencia escolar

Dentro de la descripción general de la competencia para aprender a aprender, el documento explica amplia y detalladamente el significado de aprendizaje y los factores que pueden influir en este. Ejemplos de alusiones al respecto (p. 43.062):

Significa ser consciente de lo que se sabe y de lo que es necesario aprender, de cómo se aprende, y de cómo se gestionan y controlan de forma eficaz los procesos de aprendizaje, optimizándolos y orientándolos a satisfacer objetivos personales.

... relacionando e integrando la nueva información con los conocimientos previos y con la propia experiencia personal y sabiendo aplicar los nuevos conocimientos y capacidades en situaciones parecidas y contextos diversos.

... comporta tener conciencia de aquellas capacidades que entran en juego en el aprendizaje, como la atención, la concentración, la memoria, la comprensión y la expresión lingüística o la motivación de logro, entre otras... .

Si bien el documento no considera algunas exigencias específicas para el aprendizaje de la ciencia respecto a otras áreas (Pozo y Gómez, 1998). Así, aun cuando se refiere a los conocimientos previos de los escolares, no incide en que estos constituyen el punto de partida primordial para orientar la adquisición de los nuevos aprendizajes, mediante actividades que ayuden a los escolares a tomar conciencia de las limitaciones de sus ideas intuitivas y de cómo otros conocimientos escolares (los científicos) pueden ser más válidos o efectivos para comprender determinados fenómenos (Bello, 2004).

Respecto a la función e importancia de la interacción comunicativa entre los escolares en el aprendizaje, la atención es mínima y poco explícita. De acuerdo con el paradigma socioconstructivista, considerado de los más idóneos para el aprendizaje de la ciencia (Furió y Furió, 2009), se debe impulsar la construcción de conocimientos en un plano interactivo de similitud cognitiva. Sin embargo, el currículo hace referencia al aprendizaje desde una perspectiva principalmente individual; apenas se refiere al aprendizaje entre iguales. Incluye términos como *trabajo cooperativo* y *colaborativo*, pero no justifica su utilidad didáctica ni los rasgos que los caracterizan (y distinguen). Dada la enjundia de ambos conceptos y que el currículo los introduce dentro de la competencia genérica de *aprender a aprender*, hubiese sido deseable que estos se justificasen de un modo más detallado y explícito.

Sí se refiere el documento al papel que desempeñan la curiosidad y los intereses de los escolares en el aprendizaje de la ciencia:

Implica asimismo curiosidad de plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles ante una misma situación o problema... (p. 43.062).

Pero no hace alusión alguna respecto al clima de aula y de motivación más propicio para aprender ciencia, ignorando que una adecuada disposición y usos de los espacios y recursos materiales del aula, así como la promoción de un clima de participación, comunicación y convivencia, contribuyen significativamente a que los escolares desarrollen su creatividad, aprendan a organizar y autorregular su aprendizaje, asuman un nivel adecuado de autonomía, responsabilidad, etc. (Ibáñez y Gómez, 2005).

Es cierto que el currículo oficial es un documento genérico y abierto a la hora de prescribir las enseñanzas mínimas, pero si da orientaciones didácticas y metodológicas para la enseñanza, parece oportuno exigirle que incida también en aquellos aspectos que, según la investigación didáctica, se muestran más efectivos.

## Objetivos, competencias, contenidos y criterios de evaluación

Los objetivos del área de CM, formulados para el conjunto de la etapa, nos parecen aceptables como referentes amplios y genéricos para la educación científica primaria. Entendemos que donde se decide realmente el nivel de profundización o complejidad de los conocimientos es en los objetivos específicos que, a partir de los anteriores, se establezcan en las programaciones didácticas de cada ciclo y curso; algo a lo que alude el documento cuando indica que han de ser los centros educativos los que desarrollen y concreten esas enseñanzas mínimas en sus proyectos curriculares.

Respecto a la contribución del área al desarrollo de las competencias básicas, el documento ofrece unas orientaciones igualmente genéricas, que resultan comprensibles y adecuadas. Sin embargo, no establece una relación explícita de estas con los objetivos del área, pese a que el propio currículo habla de la necesaria relación entre estos.<sup>2</sup> Ello puede generar dudas al profesorado sobre cuáles son finalmente las metas educativas prioritarias, si los objetivos o las competencias. Montero (2008a) ha denunciado la necesidad de hacer más explícita tal vinculación en el currículo. No es fácil establecer diferencias entre «capacidades» (objetivos) y «competencias», ni determinar claramente cuál tiene mayor rango educativo, así que una buena opción es considerar los dos conceptos con estatus similar, ya que están íntimamente relacionados, en el sentido de que se necesita ser *capaz* para ser *competente*, y de que la *capacidad* se demuestra siendo *competente* (Montero, 2008b).

En cuanto a los contenidos, los concebimos como los medios, escenarios o informaciones, de tipo conceptual, procedimental y actitudinal, puestos en juego para que los escolares aprendan lo que se especifica en los objetivos y desarrollen las competencias básicas previstas. Desde este enfoque, observamos que la propuesta se hace con argumentos genéricos razonables para la etapa. Como De Pro y Miralles (2009) y Banet (2010), observamos cierto predominio de los contenidos conceptuales frente a los otros dos tipos. Si bien, más allá de su proporción, creemos que lo esencial es que en la propuesta analizada tienen cabida los tres tipos. La dimensión de cada tipo de contenido debe determinarla el profesorado en su aula, decidiendo si, por ejemplo, un solo «contenido actitudinal» debe tener mayor amplitud que varios «contenidos conceptuales» juntos. Por eso, insistimos en que lo que orienta qué debe aprenderse es la formulación de objetivos y de competencias, donde –al margen de la mejorable relación entre ambos en el documento– sí se resalta la adquisición de aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales en proporciones equiparables.

Sí encontramos aspectos más criticables sobre los contenidos. En las disposiciones generales se indica que «La agrupación en bloques de los contenidos de cada ciclo [...], tiene como finalidad presentar los conocimientos de forma coherente» (p. 43.053). Pero, más adelante, en la descripción del área dice: «Su organización no obedece a ningún tipo de orden ni jerárquico ni en el tratamiento de los contenidos, por lo que no debe entenderse como una propuesta de organización didáctica» (p. 43.063). Entonces, ¿a qué coherencia de organización de contenidos se refiere al principio? Quizá el documento no tiene por qué ofrecer una propuesta de organización didáctica concreta, pero si la hace –aunque sea muy genérica para cada ciclo– debería dar algún tipo de justificación. Una propuesta coherente implicaría la introducción progresiva de cada contenido, en orden creciente de complejidad, a lo largo de la etapa. Sin embargo, un seguimiento de ello en el documento muestra que no hay continuidad; muchos de los contenidos aparecen o desaparecen salpicando la propuesta sin justificación evidente. Con este escenario –a diferencia de lo indicado por De Pro y Miralles (2009) y Banet (2010)– nos resulta difícil determinar hasta qué punto se plantean contenidos que puedan ser complejos e inapropiados para la etapa. Pensamos lo mismo respecto a la propuesta de objetivos y competencias, como veremos ahora.

2. Aunque la relación puede establecerse con un mínimo de esfuerzo, como plantean De Pro y Miralles (2009), al no establecerla explícitamente el documento, dudamos que la masa mayoritaria del profesorado se la plantee y asimile.

Es criticable también que, a diferencia de los objetivos y las competencias, se haga una propuesta de contenidos por ciclos. Esto, que puede resultar útil como referente para el diseño de materiales didácticos, también puede tener un efecto adverso en la adecuada interpretación del currículo. Si el currículo diferencia los contenidos para cada ciclo de la etapa, ¿por qué no hace también una propuesta progresiva de los objetivos para cada uno de los ciclos? E igualmente, ¿por qué no se explica, a modo orientativo, qué grado de desarrollo competencial sería deseable en cada uno de los ciclos? Esto ayudaría a vislumbrar relaciones pertinentes entre los tres elementos curriculares, con vistas a favorecer la adecuada implementación de las enseñanzas en las aulas. Pero, en la práctica, la atención suele centrarse en lo más concreto o específico, por resultar más útil, dejando de lado lo que es menos clarificador. Por ello, mal que nos pese, lo que realmente termina orientando *qué deben aprender los escolares* son los contenidos, en vez de los objetivos y las competencias.

Finalmente, de los criterios de evaluación establecidos se puede decir algo similar a lo anterior. El currículo argumenta que estos, «además de permitir la valoración del tipo y grado de aprendizaje adquirido, se convierten en referente fundamental para valorar el desarrollo de las competencias básicas» (p. 43.053). Sin embargo, se observa que los criterios de evaluación establecidos para el área no inciden en la valoración de determinadas competencias genéricas como la de *aprender a aprender* o la de *autonomía e iniciativa personal*, ni de gran parte de la competencia científica como sostienen De Pro y Miralles (2009). Asimismo, como los criterios de evaluación se especifican para cada uno de los ciclos, al igual que los contenidos, el currículo favorece la idea de que lo que se ha de evaluar son los contenidos, en vez de la consecución de los objetivos y competencias. Pero incluso la relación entre los contenidos y los criterios de evaluación no es del todo adecuada. Por ejemplo, en el bloque 1 del primer ciclo se habla de la «Orientación de elementos del medio físico en relación con el sol», y luego ello no se refleja en los criterios de evaluación de tal ciclo.

### Actividades, estrategias y recursos para la enseñanza

El currículo cita la realización de *actividades* en sus orientaciones sobre las estrategias de enseñanza; sin embargo, no las define, ni sugiere orientaciones que ayuden a su diseño y secuenciación. Pero la implementación final del currículo en las aulas se produce mediante los programas de actividades que se propongan. Por ello, debería dedicarle cierta atención a las actividades, describiendo qué son, qué tipos pueden plantearse según los recursos y las finalidades educativas que tengan, etc. Es cierto que no existe una única clasificación de actividades (Cañal, 2000; Fernández *et al.*, 2002; De Pro, 1999), pero todas parten de la idea de actividad como componente elemental de las secuencias de enseñanza en el proceso educativo. La inclusión de este tipo de informaciones ayudaría a diluir la concepción habitualmente sesgada y simplista de las actividades en la enseñanza, que llegan a identificarse con la realización mecánica y esporádica de simples ejercicios.

Sobre las estrategias de enseñanza, el modelo de aprendizaje por investigación guiada está considerado actualmente el más idóneo para la educación científica (García-Carmona, 2011). Sintoniza con la visión socioconstructivista del aprendizaje y puede implementarse en el aula mediante secuencias didácticas que incluyan distintos tipos de actividades: selección de problemas que se puedan investigar, referidos a la realidad socionatural y cotidiana de los escolares; planificación de lo que se va a realizar para abordar los problemas; ejercicios metacognitivos; recopilación e interpretación de datos; extracción de conclusiones; comunicación de resultados, etc. Si bien el currículo no entra a catalogar tipos de actividades, sí da pistas de que lo anterior sería lo aconsejable para promover adecuadamente el aprendizaje de la ciencia en primaria.

En cuanto al uso de recursos para la enseñanza de la ciencia, el currículo prácticamente se limita a mencionar el uso de las TIC y el entorno cotidiano de los escolares. Aunque tales alusiones son su-

mamente pertinentes, estaría bien que concretara un poco más y se refiriera también a otros recursos especialmente útiles en el aprendizaje de la ciencia (parques infantiles, parques de atracciones, la naturaleza urbana y periurbana, museos, exposiciones, ferias de ciencia, etc.).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A la vista del análisis realizado, concluimos que el currículo oficial LOE para primaria no sintoniza plenamente con las actuales tendencias en Didáctica de las Ciencias. Aunque incluye partes concordantes, omite o presta escasa –e incluso inadecuada– atención a otros aspectos didácticos igualmente esenciales. Esta apreciación global coincide con las de los dos estudios precedentes (De Pro y Miralles, 2009; Banet, 2010), si bien aquí se han analizado aspectos no abordados en dichos estudios, como los relativos a la enseñanza de nociones sobre NDC y la psicología del aprendizaje de la ciencia escolar. Además, como se ha indicado en la discusión de resultados, coincidimos en la percepción de algunos aspectos, pero interpretamos de diferente manera otros; aún así creemos que todas las visiones contribuyen a ampliar, enriquecer y complementar la interpretación crítica de las prescripciones oficiales respecto a la educación científica primaria.

Con todo, y a partir de las carencias detectadas respecto a la promoción de una educación científica primaria actualizada, hacemos las siguientes recomendaciones:

- Para favorecer una visión adecuada de la ciencia, debería promoverse una primera aproximación a las siguientes ideas: *i)* la construcción del conocimiento científico es fruto de consensos; *ii)* el pensamiento divergente es importante en el desarrollo de la ciencia; *iii)* aspectos subjetivos como la creatividad o la imaginación juegan un papel relevante en la construcción de conocimiento científico; *iv)* la construcción de la ciencia es producto de un trabajo colectivo y de muchas aportaciones; *v)* la ciencia tiene un carácter provisional y evolutivo; *vi)* el desarrollo científico-tecnológico suele llevar asociados conflictos de tipo ético y moral. La propuesta explícita de ciertos contenidos de historia de la ciencia puede favorecer la introducción de tales aspectos en el aula.
- Aunque se hace referencia al desarrollo del pensamiento crítico y responsable, se debería promover explícitamente que hacia el final de la etapa los escolares analicen –con las adaptaciones pertinentes– situaciones de controversia sociocientífica que les exijan, como ciudadanos, algún posicionamiento ético-moral.
- Sobre el aprendizaje de la ciencia, debería incidirse en que: *i)* los escolares deben sentir la necesidad de adquirir nuevos conocimientos para comprender determinados fenómenos; *ii)* los conocimientos previos han de constituir el punto de partida en cada actividad de enseñanza/aprendizaje de la ciencia; *iii)* el proceso de aprendizaje requiere de un ejercicio metacognitivo permanente; *iv)* la interacción comunicativa y permanente en un plano de similitud cognitiva (con las orientaciones del profesor) favorece el aprendizaje; *v)* el trabajo en equipo favorece la comunicación, la adquisición de compromisos y responsabilidades, así como hábitos de ayuda mutua y solidaridad entre los escolares, y *vi)* la buena gestión de espacios y recursos, así como la promoción de un clima agradable de participación, comunicación y convivencia, favorecen el aprendizaje.
- Debería establecerse una relación clara y coherente entre las competencias, los objetivos, los contenidos y los criterios de evaluación relativos a la ciencia escolar deseable para primaria.
- La propuesta de contenidos y, por tanto, del resto de elementos curriculares, debería tener cierta lógica mostrando una continuidad y desarrollo progresivo de estos a lo largo de la etapa.

- Debería prestarse más atención a las actividades de enseñanza-aprendizaje, ofreciendo algunas orientaciones básicas sobre su diseño, finalidades didácticas, secuenciación, etc.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del Proyecto de Investigación EDU2009-12760, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (España), y del Proyecto de Excelencia P09-SEJ-5219, financiado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
- AKERSON, V.L., BUCK, G.A., DONNELLY, L.A., NARGUND, V. y WEILAND, I.S. (2011). The importance of teaching and learning nature of science in the early childhood years. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 537-549.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9312-5>
- APPLETON, K. (2003) How do beginning Primary School Teachers Cope with Science. Towards an understanding of Science Teaching Practice. *Research in Science Education*, 33, 1-25.  
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1023666618800>
- BANET, E. (2010). El medio natural en la LOE: ¿continuidad o cambio en el currículo de educación primaria? *Investigación en la Escuela*, 70, 71-78.
- BELLO, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210-217.
- CAÑAL, P. (2006). Dimensiones y ejes de desarrollo profesional en el análisis de la progresión hacia estrategias de enseñanza por investigación. *Documento de trabajo GAIA n.º 17*. Universidad de Sevilla.
- CAÑAL, P. (2000). Las actividades de enseñanza. Un esquema de clasificación. *Investigación en la Escuela*, 40, 5-21.
- CAÑAL, P., POZUELOS, F.J. y TRAVÉ, G. (2005). *Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12). Descripción general y fundamentos*. Sevilla: Díada.
- COUSO, D., JIMÉNEZ, M.P., LÓPEZ-RUIZ, J., MANS, C., RODRÍGUEZ, C., RODRÍGUEZ, J.M. y SANMARTÍ, N. (2011). *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España (ENCIENDE)*. Madrid: COSCE.
- CRAWFORD, B.A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613-642.  
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20157>
- DE PRO, A. y MIRALLES, P. (2009). El currículo de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI: Revista de la Facultad de Educación*, 27(1), 59-96.
- DE PRO, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 411-429.
- DOLAN, T.J., NICHOLS, B.H. y ZEIDLER, D.L. (2009). Using Socioscientific Issues in Primary Classrooms. *Journal of Elementary Science Education*, 21(3), 1-12.  
<http://dx.doi.org/10.1007/BF03174719>
- FERNÁNDEZ, J., ELORTEGUI, N., RODRÍGUEZ, J.F. y MORENO, T. (2002, 2.ª ed.). *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* Sevilla: Díada.

- FURIÓ MÁS, C. y FURIÓ GÓMEZ, C. (2009). ¿Cómo diseñar una secuencia de enseñanza de ciencias con una orientación socioconstructivista? *Educación Química*, 20(3), 246-251.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2011). *Aprender Física y Química mediante secuencias de enseñanza investigadoras*. Archidona (Málaga): Ediciones Aljibe.
- GARCÍA DE CAJÉN, S., DOMÍNGUEZ, J.M. y GARCÍA-RODEJA, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 217-228.
- GILBERT, J.K, BULTE, A.M.W. y PILOT, A. (2010). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837  
<http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2010.493185>
- HIPKINS, R., BARKER, M. y BOLSTAD, R. (2005). Teaching the 'nature of science': modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27(1), 243-254.  
<http://dx.doi.org/10.1080/0950069042000276758>
- IBÁÑEZ, V.E. y GÓMEZ, I. (2005). La interacción y la regulación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la clase de ciencias: análisis de una experiencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 97-110.
- LEDERMAN, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. En S. K. Abell & N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.  
<http://dx.doi.org/10.1038/nature06081>
- LEE, H. y WITZ, K.G. (2009). Science Teachers' Inspiration for Teaching Socio-scientific Issues: Disconnection with reform efforts. *International Journal of Science Education*, 31(7), 931-960.  
<http://dx.doi.org/10.1080/09500690801898903>
- LUNETTA, V. N., HOFSTEIN, A. y CLOUGH, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory and practice. En S.K. Abell y N.G. Lederman (eds.), *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers Mahwah.
- MAEZTU, J., NUÑO, T. y PÉREZ DE EULATE, L. (2008). Análisis de la capacitación del profesorado en formación inicial para resolver problemas de ciencias asociados con la vida cotidiana. *Revista de Psicodidáctica*, 13(1), 27-53.
- MONTERO, A. (2008a). ¿Son universales las competencias? *Escuela Española*, 3775, 31.
- MONTERO, A. (2008b). Competencias educativas y objetivos como capacidades. *Escuela Española*, 3783, 35.
- MURPHY, C., NEIL, P. y BEGGS, J. (2007). Primary science teacher confidence revisited: Ten years on. *Educational Research*, 49(4), 415-430.  
<http://dx.doi.org/10.1080/00131880701717289>
- OSBORNE, J., COLLINS, S., RATCLIFFE, M., MILLAR, R. y DUSCHL, R. (2003). What "Ideas-about-Science" Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.  
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.10105>
- OSBORNE, J. y DILLON, J. (coord.) (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.
- POZO, J. I. y GÓMEZ, M. A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencia*. Madrid: Morata.
- POZUELOS, F.J., TRAVÉ, G. y CAÑAL, P. (2010). Inquiry-Based Teaching: Teachers Conceptions, Impediments and Support. *Teaching Education*, 21(2), 131-142.  
<http://dx.doi.org/10.1080/10476210903494507>

- ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG, H., y HEMMO, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.
- RUDGE, D. W. y HOWE, E.M. (2009). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*, 18(5), 561-580.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11191-007-9088-4>
- TABER, K. (2008). Towards a Curricular Model of the Nature of Science. *Science & Education*, 17, 179-218.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11191-006-9056-4>

## ANEXO

### Instrumento de investigación diseñado y aplicado en el análisis del currículo oficial para el área de Conocimiento del Medio (natural y tecnológico)

Categorías	Cuestiones para el análisis del currículo	Opciones válidas según el paradigma didáctico actual (estándares)	Resultados del análisis	Observaciones
1. Naturaleza y sociología de la ciencia	1.1. ¿Cómo se caracteriza el conocimiento científico?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es útil para interpretar y comprender el medio físico (natural y tecnológico), así como para hacer predicciones sobre los fenómenos que en él ocurren (que explica y predice)</li> <li>- Tiene carácter provisional y evolutivo</li> <li>- Forma parte de la cultura actual</li> <li>- Se establece por consenso: la "objetividad" del conocimiento científico surge a partir de acuerdos de la comunidad científica, por tanto, está basado en una intersubjetividad</li> <li>- Es una actividad generalmente colectiva, desarrollada en equipos de trabajo</li> <li>- Al referirse a la realidad (y construido en el contexto de las ciencias naturales o factuales), se basa en pruebas empíricas</li> <li>- Emplea argumentos racionales</li> <li>- La decisión sobre su aplicación no es neutral, y puede entrar en conflicto con valores éticos y morales de determinados grupos sociales</li> <li>- En su desarrollo juegan un papel importante la imaginación, la creatividad y la inspiración</li> <li>- Suele tener carácter multidisciplinar</li> <li>- Es legítimo que se hagan diferentes interpretaciones de los mismos datos y que, por tanto, existan discrepancias (pensamiento divergente)</li> <li>- Sus ámbitos de desarrollo están condicionados por intereses socioculturales, políticos, medioambientales... a la vez que el desarrollo científico condiciona estilos de vida, desarrollo sociocultural y cultural... (relaciones CTS)</li> </ul>		
	1.2. ¿Cómo se conoce la investigación científica?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una actividad orientada a abordar problemas no resueltos en relación con el medio físico (natural y artificial)</li> <li>- No hay una sola manera de investigar: por lo que no existe un único método científico ni, por tanto, universal</li> <li>- Es un continuo proceso cíclico de hacer preguntas y buscar respuestas que originan nuevas preguntas, en relación con la naturaleza y sus fenómenos</li> <li>- Requiere el establecimiento de hipótesis cuya validez debe ser comprobada</li> <li>- Implica tener destrezas en el análisis e interpretación de datos</li> </ul>		
	1.3. ¿Qué relación se establece entre el conocimiento científico, el cotidiano y el escolar sobre el medio?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En etapas educativas básicas es aconsejable dar prioridad al estudio de fenómenos y situaciones fácilmente observables por los escolares en su entorno cotidiano</li> <li>- La ciencia escolar debe venir dada por un proceso de simplificación y adaptación de la ciencia académica al contexto y las características psicocognitivas de los escolares</li> <li>- La ciencia escolar se construye partiendo del conocimiento y experiencias cotidianos de los escolares, sobre <i>el porqué</i> de los fenómenos naturales (y artificiales) observables, a fin de que este evolucione, paulatina y significativamente, hacia el conocimiento escolar considerado adecuado</li> </ul>		

Categorías	Cuestiones para el análisis del currículo	Opciones válidas según el paradigma didáctico actual (estándares)	Resultados del análisis	Observaciones	
2. Axiología	2.1. ¿Qué actitudes y valores (éticos y morales) se promueven en relación con la ciencia y su desarrollo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de valores, actitudes y comportamientos que ayuden a conseguir un entorno socio-natural saludable y sostenible</li> <li>- Desarrollo de un pensamiento crítico y responsable ante el análisis satisfactorio de situaciones sociocientíficas (aplicación del principio de precaución), y de distinguir aquello que es científico de lo que no lo es (pseudociencia)</li> </ul>			
	3.1. ¿Qué es aprender y qué influye en el aprendizaje escolar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprender significa adquirir conocimientos y habilidades mediante procesos mentales de construcción y reconstrucción permanentes.</li> <li>- Influyen la motivación, el desarrollo intelectual, la memoria, los conocimientos previos, las actividades y estrategias de enseñanza, así como la utilidad y frecuencia de uso de lo aprendido</li> </ul>			
	3.2. ¿Qué debe haber el alumno para aprender algo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Movilizar sus conocimientos iniciales para tratar de comprender lo nuevo</li> <li>- Tomar conciencia de las potencialidades y carencias propias, así como tener voluntad, responsabilidad y perseverancia para adquirir nuevos aprendizajes</li> </ul>			
	3.3. ¿Qué función y relevancia tienen los conocimientos previos del alumno en el aprendizaje?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Punto de partida en todo proceso de aprendizaje</li> <li>- Deben orientar la adquisición de los nuevos aprendizajes mediante actividades metacognitivas, que ayuden a los escolares a tomar conciencia de las limitaciones de sus conocimientos previos y de cómo otros conocimientos (los científicos) pueden ser más válidos o efectivos</li> </ul>			
	3. Psicología del aprendizaje de la ciencia	3.4. ¿Qué importancia y función tiene la interacción comunicativa entre los alumnos en el aprendizaje?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de aprendizajes en un plano de similitud cognitiva (Dialéctica entre iguales que desplaza la "autoridad" del profesor como criterio de "lo que hay que aprender" hacia "las conclusiones a las que hemos llegado, entre todos, con la ayuda del profesor", después de "ver" y analizar las posibles explicaciones)</li> <li>- Favorecer el <i>aprendizaje cooperativo</i>, que ayude especialmente a los estudiantes que tienen más dificultades y enriquezca a los más aventajados</li> <li>- Promover el <i>aprendizaje colaborativo</i>, donde cada alumno hace su mejor aportación en aras de lograr el mejor aprendizaje común</li> </ul>		
		3.5. ¿Qué tipo de clima de aula y de motivación es conveniente promover?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El que propicie que los estudiantes utilicen su creatividad, adquieran confianza y asuman un nivel adecuado de autonomía, iniciativa y responsabilidad</li> </ul>		
	3.6. ¿Cuál es el papel que se da a la curiosidad y a los intereses personales de los alumnos en el aprendizaje escolar sobre el medio?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Papel fundamental que se puede aprovechar para partir de los problemas específicos que interesan a los escolares y de ahí lograr que aborden los problemas generales que promueve el currículo.</li> </ul>			

Categorías	Cuestiones para el análisis del currículo	Opciones válidas según el paradigma didáctico actual (estándares)	Resultados del análisis	Observaciones
	4.1. ¿Cómo se forman los objetivos de la enseñanza sobre el medio?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como una orientación flexible y adaptable a cada escolar</li> </ul>		
	4.2. ¿Cuáles se consideran los objetivos prioritarios de la enseñanza sobre el medio en Primaria?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deben considerarse prioritarios aquellos que favorezcan el desarrollo de una alfabetización científica básica (o competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico), mediante:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- La adquisición de conocimientos científico-tecnológicos básicos</li> <li>- El desarrollo de habilidades y destrezas afines a la actividad científica</li> <li>- Una comprensión básica de algunos elementos de la naturaleza de la ciencia</li> </ul> </li> </ul>		
4. Objetivos y competencias	4.3. ¿Cómo se promueve el desarrollo de las competencias relativas al conocimiento del medio?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A través de un planteamiento coherente entre los objetivos, contenidos, actividades, metodologías de enseñanza/aprendizaje y sistema de evaluación (proceso, instrumentos y criterios de evaluación) que favorezcan el desarrollo de los elementos competenciales anteriores</li> </ul>		
	4.4. ¿Al desarrollo de qué competencias básicas contribuye el área de conocimiento del medio (además de a la competencia científica)?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Competencia matemática</li> <li>- Competencia social y ciudadana</li> <li>- Competencia cultural y artística</li> <li>- Competencia para aprender a aprender</li> <li>- Competencia en comunicación lingüística</li> <li>- Competencia en el tratamiento de la información y competencia digital</li> <li>- Autonomía e iniciativa personal</li> </ul>		

Categorías	Cuestiones para el análisis del currículo	Opciones válidas según el paradigma didáctico actual (estándares)	Resultados del análisis	Observaciones
5. Contenidos	5.1. ¿Cómo se conciben los contenidos y su función en el aprendizaje sobre el medio?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como medios o escenarios para que los escolares aprendan lo que se especifica en los objetivos y desarrollen las competencias básicas previstas</li> </ul>		
	5.2. ¿Qué tipos de contenidos sobre el medio se considerarían relevantes?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimientos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) relacionados y no fragmentados, que sean útiles en la vida cotidiana y útiles para responder a las preguntas de los escolares</li> </ul>		
	5.3. ¿Qué fuentes de contenidos relativos al medio son necesarias o convenientes utilizar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La realidad sociocultural, libros de divulgación, los medios de comunicación (TV, prensa, Internet...), etc.</li> </ul>		
	5.4. ¿Cómo organizar y secuenciar los contenidos?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante un hilo conductor que tenga en cuenta la lógica psicológica del escolar, a la vez que cierta coherencia con la epistemología del conocimiento científico (secuenciación progresiva)</li> </ul>		
	6.1. ¿Qué tipos de actividades y tareas es necesario realizar para promover los aprendizajes perseguidos en el conocimiento del medio?	<p>Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividades de motivación y de diagnóstico del conocimiento inicial de los escolares</li> <li>- Actividades de construcción de los aprendizajes</li> <li>- Actividades de síntesis y de evaluación</li> </ul>		
6. Actividades				
7. Estrategias de enseñanza	7.1. ¿Cómo se promueve la significatividad y la funcionalidad en la enseñanza y aprendizaje sobre el medio?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante estrategias de selección de problemas que investigan –referidos a la realidad sociocultural y cotidiana de los escolares–; planificación de lo que se va a realizar para abordar los problemas; ejercicios metacognitivos; recopilación e interpretación de datos; extracción de conclusiones; comunicación de resultados; etc.</li> </ul>		
	7.2. ¿Qué esquema lógico de secuenciación de actividades se promueve o se emplea?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lógica que tenga en cuenta las preguntas y el desarrollo psicocognitivo de los escolares que favorezcan el desarrollo de investigaciones escolares en consonancia con lo descrito en 7.1.1</li> </ul>		

Categorías	Cuestiones para el análisis del currículo	Opciones válidas según el paradigma didáctico actual (estándares)	Resultados del análisis	Observaciones
8. Recursos	8.1. ¿Qué recursos y materiales curriculares se consideran más importantes en la enseñanza de la ciencia?	– Aquellos que permitan a los escolares construir aprendizajes útiles y funcionales relativos a su entorno más cercano y cotidiano (programas de actividades, uso de las TIC, objetos del entorno cotidiano, exposiciones y ferias de ciencia...)		
9. Criterios de evaluación	9.1. ¿Qué criterios de evaluación se deben promover en el aprendizaje de la ciencia?	– Se deben establecer criterios de evaluación coherentes con los objetivos de aprendizaje, y las competencias básicas previstas en el ámbito de una educación científica básica		

---

# What science education is promoted for primary education in Spain? An analysis of the national curriculum

Antonio García-Carmona, Ana M. Criado, Pedro Cañal  
Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla  
garcia-carmona@us.es, acriado@us.es, pcanal@us.es

Science education promoted by the national curriculum of primary school in Spain is analyzed. The analysis pays attention to the following aspects regarding the school science: nature and sociology of science; axiology; psychology in science learning; goals, competences, contents and evaluation criteria; activities, didactic and methodological resources and teaching strategies. For this aim a questionnaire was designed from the conclusions of a previous study about primary teachers' obstacles and difficulties in science teaching, and the suggestions in present trends in science education. As a validation and reliability strategy, the questionnaire was applied by means of both interjudge and intrajudge analysis methods. Results indicate that primary school science proposed in the national curriculum does not completely adjust with current trends in Science Education. In view of the lacks detected in the curriculum, the following recommendations are proposed:

- In order to favour an adequate vision of science, a first approximation to the following ideas should be promoted: (i) the building of scientific knowledge is a result of consensuses; (ii) the divergent thought is important in the development of science; (iii) subjective aspects like creativity or imagination have a relevant role in the building of scientific knowledge; (iv) the building of science is a consequence of a collective work and a lot of contributions; (v) science has a provisional and evolutionary character; (vi) the scientific-technological development usually involves ethic and moral conflicts. An explicit proposal of certain contents about history of science can favour the introduction of previous aspects.
- References to the development of a critical thinking and responsible attitudes are included, but the document should explicitly promote discussion about socio-scientific issues that require some ethical and moral positioning.
- Regarding science learning, it should be stressed: (i) pupils must feel a need of acquiring new knowledge in order to understand certain phenomena; (ii) the pupils' prior conceptions must constitute the first step in the science teaching-learning; (iii) the learning process requires a permanent metacognitive exercise; (iv) a permanent communicative interaction among pupils with the teacher's correspondent orientations favours the learning; (v) team work among pupils favours the communication, the acquisition of responsibilities, and habits of mutual help and solidarity; and (vi) a good management of spaces and resources, and the promotion of a nice climate of participation and conviviality favour the learning.
- A clear and coherent relationship among competences, objectives, contents and evaluation criteria regarding the science education in primary school should be established.
- The proposal of contents should have certain logic showing a continuity and progressive development along the educative stage.
- The teaching-learning activities should receive a major attention, and some basic orientations about their design, didactic aims, sequencing, etc. should be provided.