

INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA

# La educación científica en el currículo oficial de Primaria para Andalucía: Un análisis crítico<sup>1</sup>

pp. 5-19

Antonio García-Carmona, Ana M. Criado y Pedro Cañal Universidad de Sevilla\*

**RESUMEN:** Se presentan los resultados de un análisis crítico, de corte interpretativo, sobre la educación científica que se promueve desde el currículum oficial de Primaria para Andalucía. Para ello, se aplicó un protocolo de análisis, ya validado por los autores en estudios anteriores, que integra una relación de estándares o posicionamientos predominantes en la Didáctica de las Ciencias actualmente. Como estrategia de fiabilidad, el análisis se hizo combinando procesos inter- e intra-jueces. Los resultados revelan que la educación científica sugerida oficialmente para Andalucía no sintoniza, en cierta medida, 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:** *Andalucía; Ciencia escolar; Currículum oficial; Educación científica; Educación Primaria.*

\* \* \* \* \*

**ABSTRACT:** *Science education in the Andalusia's official curriculum for Primary Education: a critical analysis.*

Science education promoted by Andalusia's official curriculum for Primary Education is analyzed by means of a critical and interpretative analysis. For this aim a protocol validated previously by the authors is applied. The protocol includes a set of standards referred to the current trends in science education. As a reliability strategy, the protocol was applied by means of both interjudge and intrajudge analysis methods. Results reveal that science education suggested for Primary Education in Andalusia does not completely fit with current trends in science education. In view of the weaknesses detected in the document, several recommendations are made in order to improve it.

**KEYWORDS:** *Andalusia; Official curriculum; Primary Education; Science education; School science.*

\* \* \* \* \*

**RÉSUMÉ:** *L'enseignement des sciences dans le primaire du programme officiel pour l'Andalousie: une analyse critique.*

Nous présentons les résultats d'une analyse critique et interprétative sur l'enseignement des sciences qui est promu dans le programme officiel de l'enseignement primaire en Andalousie. Pour ce faire, nous avons appliqué un protocole d'analyse, et validé par les auteurs dans des études précédentes, qui comprennent une liste des positions standard ou dominante dans la formation des connaissances scientifiques actuelles. Comme stratégie de fiabilité, l'analyse a été faite en combinant des processus inter-juges et intra-juges. Les résultats révèlent que l'enseignement des sciences de l'Andalousie officiellement suggéré de ne pas accorder une certaine mesure, avec les tendances actuelles dans l'enseignement des sciences. Compte tenu des lacunes identifiées, des recommandations sont faites pour améliorer la proposition formelle à cet égard.

**MOTS CLÉ:** *Andalousie; La science école; Programme officiel; L'enseignement des sciences; L'enseignement primaire.*

<sup>1</sup> Este trabajo es resultado del Proyecto I+D: *¿Cómo mejorar la enseñanza elemental sobre el medio?: análisis del currículo, los materiales y la práctica docente.* EDU2009-12760EDUC (2009-2012), financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación. Y del Proyecto de Excelencia: *¿Cómo se realiza la enseñanza sobre la realidad social y natural en las aulas de Educación Infantil y Primaria de Andalucía? Estudio de las estrategias didácticas y propuestas de mejora.* SEJ-5219 (2010-2014), financiado por la Junta de Andalucía y Fondos FEDER.

\* Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla.

Correos electrónicos: [garcia-carmona@us](mailto:garcia-carmona@us); [acriado@us.es](mailto:acriado@us.es); [pcanal@us.es](mailto:pcanal@us.es)

✉ Artículo recibido el 15 de Julio de 2013 y aceptado el 24 de Enero de 2014.

## Introducción

El reciente informe Enciende (COSCE, 2011) advierte de la urgente necesidad de promover, en España, una adecuada educación científica desde edades tempranas (3 a 16 años). Ello es consecuencia de los resultados de la última prueba de evaluación PISA, que sitúan al país por debajo del nivel deseable. Para la mejora, el informe hace recomendaciones relativas a enfoques y estrategias educativas, formación del profesorado, acercamiento de la comunidad científica a la escolar, y, en general, a la promoción de la cultura científica en la sociedad.

A nivel europeo, el informe de la fundación Nuffield (Osborne y Dillon, 2008) indica que, pese a las continuas reformas curriculares para renovar la educación científica, su implementación en las aulas sigue siendo fundamentalmente propedéutica. Frente a ello, insiste en impulsar en las aulas una alfabetización científica básica para todos.

El informe de Rocard et al. (2007) también denuncia la preocupante situación actual de la educación científica en Europa. Propone, para ello, procesos educativos que impulsen el aprendizaje de la Ciencia como investigación; de modo que centra, igualmente, sus críticas en las malogradas implementaciones de las prescripciones del currículo de Ciencia en las aulas.

Por tanto, estos informes ponen el foco, esencialmente, en los profesores, los enfoques y las estrategias de enseñanza. Pero no inciden en las disposiciones y recomendaciones de los currículos oficiales de Ciencia escolar, para cuestionar si son las más adecuadas y si, de alguna manera, pueden estar también dificultando la alfabetización científica en las aulas.

El informe Eurydice (2011) sí se detiene en las últimas reformas curriculares de Ciencia en los países de la UE. Revisa las novedades más notorias de cada una de ellas, y destaca el compromiso generalizado por una educación científica basada en el desarrollo de competencias. Si bien, la revisión no permite obtener conclusiones de fondo sobre las fortalezas y carencias de los nuevos currículos para con la alfabetización científica deseable.

Ciertamente son escasos los estudios que analizan directamente los currículos oficiales de Ciencia; si bien los existentes revelan carencias en los mismos. García et al. (2002) analizaron cómo el currículo oficial argentino fomenta el aprendizaje de las estrategias de razonamiento y de argumentación en niveles de Primaria y Secundaria. Concluyeron que los procedimientos que, según la investigación didáctica, suelen favorecer tales estrategias no son prescritos convenientemente.

En España destacan dos estudios sobre la educación científica prescrita en el currículo oficial LOE para Primaria. El primero (De Pro y Miralles, 2009) analiza la incorporación de las competencias como elemento novedoso, así como la sintonía de los objetivos, contenidos y criterios de evaluación con las tendencias actuales en Didáctica de las Ciencias. El segundo (Banet, 2010) examina, además de ello, las orientaciones del mismo documento para la educación científica inicial, comparando sus novedades respecto a los currículos oficiales precedentes (LOGSE y LOCE). Ambos estudios concluyen que el documento presenta carencias significativas para favorecer el inicio de la alfabetización científica en la etapa de Primaria.

Para profundizar en ello, García-Carmona et al. (2014) han analizado también las prescripciones oficiales de la LOE para la educación científica en Primaria, considerando un mayor número de aspectos. Además de corroborar las deficiencias detectadas en los estudios anteriores, obtienen otras relevantes:

- Se eluden aspectos básicos de la naturaleza de la Ciencia, ampliamente promulgados desde la Didáctica de las Ciencias.

- Apenas se hace referencia a cuestiones especialmente básicas en el aprendizaje de la Ciencia (p.e., favorecer el aprendizaje en equipo, que permita una construcción social del conocimiento, en analogía a como ocurre realmente en Ciencia).

- No se establece una relación clara y coherente entre las competencias, objetivos, contenidos y criterios de evaluación, relativos a la Ciencia escolar deseable para Primaria.

- La propuesta de contenidos es discontinua, en el sentido de que no promueve en la mayoría de los casos un desarrollo progresivo de los mismos a lo largo de la etapa.

No obstante, el hecho de que en el estado español las Comunidades Autónomas tengan competencias propias en Educación, hace también necesario analizar las prescripciones particulares que estas plantean en su ámbito. Tras analizar el currículo estatal de Primaria, nuestro interés se centra en Andalucía; no solo por ser el contexto de los investigadores, sino también por los bajos niveles de competencia científica que vienen mostrando los escolares andaluces en las evaluaciones PISA, frente a los del resto de Comunidades.<sup>2</sup> Ello incita a analizar las posibles causas que están detrás de esta situación, y uno de los centros de atención es la propuesta oficial de Ciencia escolar para Primaria en Andalucía.

## Cuestión que se analiza

Con lo expuesto, el problema de investigación que se plantea es: *¿Qué Ciencia escolar promueve el currículo oficial andaluz para la etapa de Primaria, y qué coherencia muestra con las sugerencias actuales en Didáctica de las Ciencias?*

Para ello, se analiza la Orden de 10 de agosto de 2007<sup>3</sup>, donde se desarrolla el currículo correspondiente al área de Conocimiento del Medio (CM) para la Educación Primaria en Andalucía.

Las conclusiones de los estudios precedentes, antes citados, invitan a asumir la hipótesis de que dichas prescripciones presentan carencias respecto a la educación científica deseable para promover una adecuada alfabetización científica desde la etapa de Primaria en Andalucía.

## Metodología

A fin de llevar a cabo el análisis, se utilizó un protocolo (ver Anexo) que ya ha sido validado por los autores en un estudio anterior (García-Carmona et al., 2014). El protocolo incluye las siguientes dimensiones relacionadas con la Ciencia escolar: *epistemología y sociología de la Ciencia; transposición didáctica de la Ciencia; axiología; aprendizaje de la Ciencia; objetivos y competencias; contenidos; actividades; estrategias de enseñanza; recursos; y criterios de evaluación.*

Cada una de las dimensiones incluye una serie de cuestiones junto a unos indicadores, a modo de referentes teóricos o estándares, que facilitan el análisis. Estos estándares surgen de aquellos posicionamientos actuales con mayor consenso en el ámbito de la Didáctica de la Ciencia para los niveles educativos básicos.<sup>4</sup>

El análisis se concreta, pues, en valorar críticamente si el documento hace referencia al contenido de tales indicadores, y el modo en que lo hace.

Como decimos, el protocolo ya ha superado pruebas de validación; sin embargo, era necesario también someter el análisis a procesos de fiabilidad. Dado el carácter interpretativo del análisis, se combinaron estrategias de fiabilidad interjueces e intrajueces (Padilla, 2002). Para ello, dos de los autores realizaron inicialmente, y de manera independiente, un análisis completo del documento con ayuda del protocolo, para luego hacer una puesta en común de los resultados. El tercer investigador intervino en aquellas interpretaciones donde existía cierta discrepancia por parte de los dos primeros. Asimismo, pocos meses después, uno de los investigadores volvió a realizar el mismo análisis, obteniendo así resultados aún más ricos que con el primero. Son estos últimos resultados los que se muestran en este trabajo.

<sup>2</sup> En la evaluación PISA 2009, Andalucía obtuvo 469 puntos en competencia científica, frente a los 488 puntos de media en España, sufriendo, incluso, un retroceso respecto a la evaluación PISA 2006. Más información en: <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion0079.htm>.

<sup>3</sup> Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/boja/2007/171/1>

<sup>4</sup> Parte de la bibliografía consultada para la determinación de estos estándares se cita a lo largo del artículo.

## Resultados y discusión

Se presentan, a continuación, los resultados del análisis para cada una de las dimensiones; si bien, algunas de ellas aparecerán aglutinadas por su proximidad o relación, al objeto de facilitar su discusión.

### Epistemología y sociología de la Ciencia

Existe amplio consenso en considerar la Naturaleza de la Ciencia (NDC) como componente básico de la alfabetización científica (Hodson, 2008). Actualmente no existe un posicionamiento unánime respecto a qué contenidos de NDC deben ser prioritarios en el currículo de Ciencia (García-Carmona et al., 2012). Sin embargo, algunos consensos se están imponiendo en los currículos escolares de Ciencia de muchos países (Vázquez y Manasero, 2012). Éstos ponen énfasis en el análisis reflexivo de aspectos epistemológicos (qué es la Ciencia, cómo se construye...) y sociológicos (interacciones entre científicos, papel de la mujer en la Ciencia, controversias sociocientíficas...) de la Ciencia.

El currículo andaluz, lo más que promueve son ciertas incursiones en cuestiones sociocientíficas; de modo que se echan en falta una parte importante de aspectos básicos de la NDC, que bien pueden tratarse en Primaria con las adaptaciones pertinentes (Akerson et al., 2011). Por ejemplo, distinguir el papel de las observaciones (descripciones, medidas y clasificaciones) y las inferencias; la inducción y la provisionalidad del conocimiento; las dificultades a las que se enfrentan la Ciencia y los científicos en su desarrollo; etc. Reflexionar sobre estas cuestiones, desde edades tempranas, ayudará a evitar la concepción habitualmente idealizada de la Ciencia entre la ciudadanía (García-Carmona et al., 2012).

Por otra parte, cabe decir que el documento plantea los contenidos desde una perspectiva problematizada, lo que insinúa un aprendizaje basado en la indagación. Sin embargo, que los alumnos aprendan investigando no conlleva

que reflexionen y tomen conciencia del propio proceso de indagación (lo que estaría en el dominio de la NDC). Sería como creer que simplemente comiendo se aprende sobre la digestión.

Por tanto, la presencia de aspectos básicos de la NDC en la propuesta de contenidos y objetivos de aprendizaje debe ser explícita. Si no, como indican algunos estudios (e.g., Akerson y Abd-El-Khalick, 2003), seguirá sin ser considerada como contenido básico de la Ciencia escolar entre el profesorado.

### Transposición didáctica de la Ciencia

La educación científica en Primaria requiere de diversos factores que, por un lado, hagan factible su implementación en la etapa, y, por otro, favorezcan el desarrollo competencial correspondiente en los escolares.

Es cierto que la Ciencia académica, y todas sus connotaciones socioculturales, deben ser el referente en la determinación de la alfabetización científica; sin embargo, su adaptación –o *transposición didáctica*– al ámbito educativo debe hacerse de acuerdo con las características psico-cognitivas de los escolares, y a los fines de la etapa educativa. Surge así la *Ciencia escolar*, cuyo fin no es únicamente proporcionar conocimientos escolares de (y sobre) Ciencia, sino también de una serie de actitudes y valores que ayuden a los escolares a ser mejores ciudadanos.

El proceso de transposición didáctica es también complejo, pero, al mismo tiempo, fundamental para diseñar la Ciencia escolar más adecuada a los intereses y experiencias de los escolares. Campbell y Lubben (2000), entre otros, consideran que la Ciencia escolar debe priorizar el análisis de fenómenos y situaciones palpables para los escolares en su entorno cotidiano. Así, ésta debe construirse partiendo del conocimiento y experiencias de los escolares sobre fenómenos naturales (y tecnológicos) que puedan observar, a fin de que estos evolucionen, paulatina y significativamente, hacia el conocimiento escolar deseable. El documento

que nos ocupa hace una mención más o menos explícita a ello:

*“(...) la propia experiencia de los distintos alumnos y alumnas (con las concepciones que manejan a este respecto) constituye una información de especial relevancia.” (p. 8).*

Asimismo, establece posibles niveles de progresión para la construcción de los conocimientos a lo largo de la etapa, y con diferenciaciones para cada ciclo, partiendo desde planteamientos simples hasta otros más complejos. Se dice:

*“(...) se puede partir de núcleos de problemas cercanos al alumnado, relativos al funcionamiento de su propio cuerpo, para ir progresivamente (...), desde lo más vivencial y relacionado con su propio entorno a lo más general y estructural.” (p. 11)*

### Axiología

Desde Primaria, la educación científica debe proveer al alumnado de actitudes básicas para afrontar el análisis de cuestiones sociocientíficas de controversia, con sentido crítico y responsable (Dolan et al., 2009). El documento hace referencia a ello, con especial atención a la consecución de un mundo más saludable y sostenible:

*“La toma de conciencia sobre temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado, entre los que se considerarán la salud, la pobreza en el mundo, el agotamiento de los recursos naturales, la superpoblación, la contaminación, el calentamiento de la Tierra (...).” (p. 5)*

Creemos, pues, que favorece que tales problemáticas sean concebidas como un contenido esencial de la educación científica. No en vano, el profesorado suele ser bastante reacio a incluirlas en clase frente a otros contenidos más clásicos (Lee y Witz, 2009).

Por otra parte, cabe destacar que el documento andaluz omite otra cuestión especialmente importante: discernir lo que es científico de lo que no lo es (*pseudociencia*), a tenor del bombardeo continuo de publicidad con men-

sajes “científicos” (Campanario et al., 2001). Promover el análisis de esto nos parece de vital importancia para una adecuada alfabetización científica; sobre todo, cuando proliferan las “dietas milagro”, en momentos en los que la obesidad supone un problema cada vez más grave entre la población infantil y adolescente. O bien, la atención que suelen prestar los jóvenes a la astrología como una “verdad científica” e infalible, por poner algunos ejemplos.

### Aprendizaje de la Ciencia

El aprendizaje de la Ciencia tiene una serie de peculiaridades que lo diferencian del aprendizaje de otras disciplinas (Pozo y Gómez, 1998). Muchas de las ideas intuitivas sobre los fenómenos naturales se desarrollan a edades muy tempranas, por lo general, antes de que se inicie la educación científica (Rodríguez y Aparicio, 2004); de modo que suelen estar fuertemente arraigadas en los escolares. Por esta razón, aunque se establezcan estrategias de enseñanza orientadas a provocar el cambio conceptual, no siempre se logra el objetivo. El documento analizado habla de que:

*“... son numerosos los recursos y actividades que pueden resultar de interés en el tratamiento de los problemas propuestos, sin olvidar que la propia experiencia de los distintos alumnos y alumnas (con las concepciones que manejan a este respecto) constituye una información de especial relevancia” (p. 8).*

A parte de esto, todo lo referido al aprendizaje se recoge en las disposiciones generales del documento, a modo de orientaciones genéricas e idénticas para todas las áreas, y donde solo hace parca alusión a la necesidad de “afianzar la motivación del alumnado” para lograr los objetivos de la etapa. Creemos que esto favorece poco a que luego cale en las aulas andaluzas de Primaria otros enfoques de enseñanza más propicios para lograr un aprendizaje significativo de la Ciencia (véase el contenido de la dimensión 4 en el Anexo).

Por otra parte, el documento sí hace mención a la importancia de la interacción comunicativa

en el aprendizaje. Con carácter general, mencionan que los centros “arbitrarán métodos que tengan en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado, favorezcan la capacidad de aprender por sí mismo y promuevan el trabajo en equipo.” (p. 5). Poco después, dice también que “La metodología didáctica en esta etapa educativa será fundamentalmente activa y participativa, favoreciendo el trabajo individual y cooperativo del alumnado en el aula (...)”. Por tanto, puede decirse que sintoniza con un enfoque de aprendizaje socio-constructivista, uno de los más pertinentes para aprender Ciencia (Amettler, 2011).

Asimismo, menciona la idoneidad del área de CM para promover el desarrollo de habilidades socio-afectivas en los escolares:

“El tratamiento educativo de problemas relativos a la salud y al bienestar puede adoptar perspectivas y formulaciones muy variadas, abarcando ámbitos tan diversos como el conocimiento del propio cuerpo, la educación afectiva y sexual o la participación pública como ciudadano.” (p. 11).

Hace referencia también al papel que desempeñan la curiosidad e intereses de los escolares en el aprendizaje de la Ciencia:

“Desde el área de CM se ofrece la posibilidad de organizar el currículo en torno a una serie de grandes problemáticas o núcleos temáticos que (...) tienen posibilidades de conectar con los conocimientos e intereses del alumnado (...)” (p. 7).

Y, desde las prescripciones generales para la etapa, se alude a la importancia de que los aprendizajes sean útiles y funcionales:

“La aplicación de lo aprendido a las situaciones de la vida cotidiana, favoreciendo las actividades que capaciten para el conocimiento y análisis del medio que nos circunda (...)” (p. 4).

Sin embargo, el documento andaluz no hace referencia explícita a la importancia de un buen clima de aula, que promueva un ambiente agradable de participación, comunicación y convivencia. Quizás esto puede resultar muy genérico y válido para cualquier área; pero tiene especial relevancia en el ámbito de la educación científica, donde el papel de las emociones

y la afectividad de los escolares está siendo objeto de numerosos estudios (Garritz, 2009), entre otras razones, por el descenso alarmante del interés de los escolares por la Ciencia en los últimos años (Rocard et al., 2007; COSCE, 2011).

### Objetivos y competencias

Sobre los objetivos para el área de CM, el documento se refiere a los establecidos en el currículo estatal y no hace formulación propia. Lo más que hace, en la presentación de las enseñanzas mínimas, es proponer “características peculiares que impregnan todas sus áreas o ámbitos”, que vienen a ser como los objetivos generales para la etapa en Andalucía.

Sí hace alusión explícita a que deben ser los equipos de profesorado quienes concreten en sus programaciones didácticas los objetivos más específicos (por tanto, flexibles y adaptables) según las necesidades e intereses de su alumnado.

Por otra parte, el documento apenas dedica atención a las competencias. Prácticamente se remite al currículo estatal, y luego hace una brevísima y genérica presentación de cada una de ellas en las prescripciones generales. En la descripción del área no se mencionan las competencias, por lo que menos aún se orienta sobre cómo se puede contribuir desde el área a su desarrollo.

Por tanto, si el documento delega en el currículo estatal todo lo relativo a los objetivos y competencias para el área de CM, traslada al ámbito andaluz todas sus deficiencias sobre ello (García-Carmona et al., 2014), que pueden resumirse en que: (I) se ofrecen orientaciones sobre la contribución del área a las distintas competencias básicas, pero no se establece una relación clara de éstas con los objetivos del área; y (II) se plantean, por un lado, los objetivos y, por otro, las competencias, de modo que no se aclara cuáles son realmente las metas educativas, o de mayor rango, si los objetivos, las competencias o ambos. Montero (2008) ha manifestado también la necesidad de hacer más explícita la vinculación entre objetivos y competencias en el currículo oficial.

### Contenidos

Respecto a los contenidos, el currículo andaluz propone para el área de CM ocho núcleos temáticos con un enfoque interdisciplinar y globalizado. Los núcleos son: 1. *La construcción histórica, social y cultural de Andalucía*; 2. *Paisajes andaluces*; 3. *El patrimonio en Andalucía*; 4. *Igualdad, convivencia e interculturalidad*; 5. *Salud y bienestar*; 6. *Progreso tecnológico y modelos de desarrollo*; 7. *El uso responsable de los recursos*; y 8. *La incidencia de la actividad humana en el medio*. El documento sugiere relaciones entre estos y los establecidos en el currículo estatal. Asimismo, para cada núcleo plantea problemáticas generales que orientarían el desarrollo progresivo de los contenidos en cada ciclo.

El área integra conocimientos procedentes de las ciencias experimentales y de las ciencias sociales, de modo que un enfoque globalizado de los contenidos es comprensible. Sin embargo, la perspectiva predominantemente social de las problemáticas menoscaba una parte considerable de la Ciencia escolar deseable para Primaria. Nos preguntamos, ¿por qué promueve un enfoque donde la (escasa) ciencia experimental que sugiere debe estar plenamente “socializada”<sup>5</sup> y, en cambio, la ciencia social propuesta no integra aspectos relacionados con la educación científica? Por ejemplo, en el núcleo temático el “Progreso tecnológico y los modelos de desarrollo”, se proponen cuestiones tanto relativas a tipos de máquinas como a las desigualdades en el mundo a causa del desarrollo científico-tecnológico. Pero cuando plantea el núcleo temático “Igualdad, convivencia e interculturalidad”, ¿por qué no hace ninguna sugerencia, por ejemplo, al papel de la mujer en la Ciencia y su infravaloración histórica en este campo? Esta cuestión, fundamental para promover una adecuada alfabetización científica, bien podía integrarse explícitamente en ese bloque, en principio, de ciencia social.

Ya hemos defendido la importancia de integrar problemáticas sociocientíficas en la alfabetización científica básica; sin embargo, ésta no puede estar basada casi exclusivamente en ello. También deben promoverse conocimientos conceptuales (conceptos, datos, principios, teorías...) y procedimentales (experimentación, modelización...) (Dillon, 2009), que permitan a los escolares interpretar y predecir fenómenos más concretos (no tan globales o macrodimensionales) de su entorno más inmediato. Esto implicaría, desde una visión problematizada, promover igualmente la indagación de cuestiones como: ¿por qué en verano los días son más largos que en invierno?, ¿cómo se genera la electricidad que consumimos en casa?, ¿por qué flota un balón y no una canica?... Con el planteamiento actual del documento andaluz esto resulta parcamente sugerido. Del total de problemáticas propuestas, solo alrededor del 4% podrían considerarse específicas de Ciencia escolar y sin un cariz predominantemente sociocientífico.

### Estrategias, actividades y recursos de enseñanza

Más allá de las críticas comentadas respecto a los contenidos, creemos que su estructuración problematizada es un acierto. Como hemos dicho, sugiere un enfoque del aprendizaje basado en la indagación; hoy día considerado de los más idóneos para la educación científica (Harlen, 2013). Sin embargo, el documento apenas sugiere cómo promoverlo en el aula. Solo alude a que la selección, formulación y tratamiento de los problemas se establezca de forma progresiva, y que éstos se refieran a situaciones que resulten familiares a los escolares. También, en alguna ocasión sugiere la realización de actividades experimentales y la promoción de algún debate en clase.

Pensamos que si se apuesta por un enfoque problematizado de los contenidos, ade-

<sup>5</sup> Nos referimos a la dimensión social de la Ciencia; y no debe confundirse con el hecho de que para enseñar Ciencia, efectivamente se recomienda su planteamiento en conexión con el entorno sacionatural próximo a los escolares.

más como algo claramente diferenciado de las prescripciones del currículo estatal, debería ofrecer algunas orientaciones didácticas y metodológicas que favorezcan su implementación en el aula. De lo contrario, esas problemáticas sugeridas en el documento andaluz posiblemente terminen siendo asumidas por el profesorado, y diseñadores de materiales didácticos, como simples enunciados de los contenidos, sin otra trascendencia. De hecho, estudios recientes revelan la escasa incidencia del modelo de aprendizaje por investigación entre el profesorado de Primaria en Andalucía (Cañal et al., 2011).

Por otra parte, cabe resaltar la promoción del documento sobre el uso de una variedad de recursos para la enseñanza sobre el medio, tales como el uso de las TIC, el entorno cotidiano de los escolares, la visita a museos y exposiciones de ciencia, espacios naturales, la prensa, etc.

#### 4.8 Criterios de evaluación

Para valorar el grado de consecución de los aprendizajes, y ligado a la propuesta de contenidos, el documento incluye un apartado denominado “criterios de valoración de los procesos de aprendizaje”; sin embargo, estos son excesivamente genéricos. Por ejemplo, en el caso del núcleo “Progreso tecnológico y modelos de desarrollo”, se dice:

*“Aunque las metas educativas relacionadas con estos problemas son complejas y solo se pueden conseguir a largo plazo, durante la etapa de educación primaria el alumnado puede ir progresando desde aprendizajes más centrados en la descripción y análisis de aspectos diversos (...) hasta análisis más complejos (...)”* (p. 12)

Entendemos que, junto a los objetivos y grados de desarrollo competencial, los criterios de evaluación son los que determinan qué niveles de aprendizaje se esperan de los escolares. Con la formulación anterior en poco se contribuye a ello, ya que son orientaciones excesivamente abiertas, que bien pueden servir igualmente para un nivel de ESO o de Bachillerato.

## Conclusiones

El análisis del estado actual de la educación científica básica en Andalucía no debe limitarse a los materiales didácticos que se diseñan, y a la práctica docente en las aulas (ambas cuestiones, actualmente en investigación por los autores); debe ocuparse también del currículo oficial del que ha de emanar lo anterior.

Seguramente no haya que asumir un currículo oficial como un tratado didáctico y metodológico totalmente elaborado para su desarrollo en las aulas (Gimeno, 2002); de hecho, el documento analizado regula que serán los centros y equipos docentes quienes lo deben concretar. Sin embargo, éste se ocupa de hacer recomendaciones respecto a los objetivos, competencias, contenidos, metodología y criterios de evaluación para la educación científica en Primaria. Entonces, ¿hasta dónde deben llegar esas recomendaciones “oficiales”? Dejando de lado debates de política educativa, creemos que los currículos oficiales de Ciencia escolar deben ser, en cualquier caso, consonantes con las últimas tendencias en Didáctica de la Ciencia, y, sobre todo, hacer las mejores recomendaciones para alfabetizar científicamente a los escolares. Indudablemente, la inclusión de tales recomendaciones no garantiza que sean asumidas por el profesorado en su práctica; pero si no se recogen en estos documentos marcos, muy posiblemente no se consideren esenciales y, por tanto, tengan poca incidencia en las aulas.

El análisis revela que la educación científica promovida oficialmente para Primaria en Andalucía, incluye partes concordantes con las actuales tendencias en Didáctica de la Ciencia. Sin embargo, también tiene omisiones, alusiones excesivamente superficiales, o poco clarificadoras, que, creemos, no favorecen la educación científica deseable para la etapa. En consecuencia, y para reformas educativas venideras, recomendamos lo siguiente:

Promover explícitamente una visión adecuada de la Ciencia con reflexiones que incidan en: los objetivos y finalidades de la Ciencia, su

base empírica, las características y procedimientos habituales en su construcción; la Ciencia como componente cultural; la construcción del conocimiento científico como fruto de colaboraciones y consensos; la importancia del pensamiento divergente en el desarrollo de la Ciencia; el papel de la creatividad en la construcción de conocimiento científico; el carácter evolutivo de la Ciencia; y los conflictos éticos y morales que surgen en torno al desarrollo científico.

Fomentar que los escolares sean capaces de diferenciar la *pseudociencia* de lo científico en mensajes informativos y publicitarios, como parte básica de su formación integral como ciudadano. Esto puede verse favorecido si se auspicia un primer conocimiento de los aspectos señalados anteriormente.

Hacer explícita la importancia de la afectividad en la educación científica. Además de promover el trabajo en equipo, el aprendizaje cooperativo, y la atención a distintos ritmos de aprendizaje, insistir en el diseño de tareas que ofrezcan a los escolares la oportunidad de ser exitosos, mediante retos en ambientes sanos y confortables, y que propugnen el reconocimiento, el esfuerzo, el progreso y la automejora continua (Garritz, 2009).

Sobre los elementos curriculares, proponer: objetivos claros y factibles para una alfabetización científica inicial; orientaciones sobre cómo contribuir al desarrollo de las competencias básicas; relaciones coherentes y explícitas entre los objetivos y las competencias básicas; una propuesta más equilibrada de contenidos de ciencias experimentales y de ciencias sociales, a la vez que coherente con un enfoque integrador de estos; mayor atención a contenidos conceptuales y procedimentales, que incidan en el análisis de fenómenos concretos (no macrodimensionales); criterios de evaluación no excesivamente genéricos y claramente relacionados con los objetivos y competencias previstos.

Dada la estructura problematizada de los contenidos, hacer recomendaciones didácticas y metodológicas para el aprendizaje de la Ciencia basado en la investigación escolar.

## REFERENCIAS

- Akerson, V.L., Buck, G.A., Donnelly, L.A., Narngund, V., 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, 537-549.
- Akerson, V.L. y Abd-El-Khalick, F. (2003). Teaching elements of nature of science: a yearlong case study of a fourth-grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1025-1049.
- Ametller, J. (2011). La enseñanza dialogada en la construcción del conocimiento físico y químico. En A. Caamaño (Coord.), *Didáctica de la Física y la Química* (pp. 105-120). Barcelona: Graó.
- 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.
- Campanario, J. M., Moya, A. y Otero, J. C. (2001). *Invocaciones y usos inadecuados de la Ciencia en la publicidad. Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 45-56.
- Campbell, B. y Lubben, F. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situation. *International Journal of Science Education*, 22(3), 239-252.
- Cañal, P., Travé, G. y Pozuelos, F.J. (2011). Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 73, 5-26.
- COSCE (Confederación de Sociedades Científicas de España) (2011). *Informe Enciende (Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España)*. Madrid: COSCE.
- De Pro, A. y Miralles, P. (2009). El currículo de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 27(1), 59-96.
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 201-213.
- 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.

Eurydice (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. Recuperado octubre 26, 2013 de: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>

García, 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.

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), 139-157.

García-Carmona, A., Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 23-34.

Garritz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, nº extra, 212-219.

Gimeno, J. (2002). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.

Harlen, W. (2013). *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste: Global Network of Science Academies.

Hodson, D. (2008). *Towards Scientific Literacy*. Rotterdam: Sense Publishers.

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.

Montero, A. (2008). Competencias educativas y objetivos como capacidades. *Escuela Española*, 3783, 35.

Osborne, J. y Dillon, J. (Coord.) (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.

Padilla, M.T. (2002). *Técnicas e Instrumentos para el Diagnóstico y la Evaluación Educativa*. Madrid: CCS.

Pozo, J.I. y Gómez, M.A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencia*. Madrid: Morata.

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.

Rodríguez, M. y Aparicio, J.J. (2004). Los estudios sobre el cambio conceptual y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 15(3), 270-280.

Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-31.

## ANEXO

### Protocolo aplicado en el análisis del currículo oficial del área de Conocimiento del Medio (Natural y Tecnológico) para Andalucía

CATEGORÍAS	CUESTIONES PARA EL ANÁLISIS DEL CURRÍCULO	• OPCIONES VÁLIDAS SEGÚN EL PARADIGMA DIDÁCTICO ACTUAL (ESTÁNDARES)
1. Epistemología 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, medioambientales..., a la vez que el desarrollo científico condiciona estilos de vida, desarrollo sociocultural y cultural...</li> </ul>
	1.2. ¿Cómo se concibe 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</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>

2. Transposición didáctica de la Ciencia	2.1. ¿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 integración y adaptación de la ciencia académica al contexto y las características psico-cognitivas de los escolares</li> <li>• La ciencia escolar se construye partiendo del conocimiento y experiencias cotidianos de los escolares, sobre el porqué de los fenómenos naturales (y artificiales) observables, a fin de que éste evolucione, paulatina y significativamente, hacia el conocimiento escolar considerado adecuado</li> </ul>
3. Axiología	3.1. ¿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 Ciencia de pseudociencia</li> </ul>
4. Aprendizaje de la Ciencia	4.1. ¿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>
	4.2. ¿Qué debe hacer el alumno para aprender Ciencia?	<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>
	4.3. ¿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>

	4.4. ¿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 aprendizaje cooperativo, que ayude especialmente a los estudiantes que tienen más dificultades y enriquezca a los más aventajados</li> <li>• Promover el aprendizaje colaborativo, donde cada alumno hace su mejor aportación en aras de lograr el mejor aprendizaje común</li> </ul>
	4.5. ¿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 desarrollen su creatividad, adquieran confianza y asuman un nivel adecuado de autonomía, iniciativa y responsabilidad, dentro de un clima afectivo</li> </ul>
	4.6. ¿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>
5. Objetivos y competencias	5.1. ¿Cómo se formulan 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>
	5.2. ¿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>• a) La adquisición de conocimientos científico-tecnológicos básicos</li> <li>• b) El desarrollo de habilidades y destrezas afines a la actividad científica</li> <li>• c) Una comprensión básica de algunos elementos de la naturaleza de la ciencia</li> </ul> </li> </ul>
	5.3. ¿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>

	5.4. ¿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>
6. Contenidos	6.1. ¿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>
	6.2. ¿Qué tipos de contenidos sobre el medio se consideran 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>
	6.3. ¿Qué fuentes de contenidos relativos al medio son necesarias o convenientes utilizar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La realidad sacionatural, libros de divulgación, los medios de comunicación (TV, prensa, Internet...),...</li> </ul>
	6.4. ¿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>
7. Actividades	7.1. ¿Qué tipos de actividades y tareas es necesario realizar para promover los aprendizajes perseguidos en el conocimiento del medio?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por ejemplo:</li> <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>
8. Estrategias de enseñanza	8.1. ¿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 a investigar –referidos a la realidad sacionatural y cotidiana de los escolares–; de 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>

	8.2. ¿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 psico-cognitivo de los escolares, que favorezcan el desarrollo de investigaciones escolares en consonancia con lo descrito antes</li> </ul>
9. Recursos	9.1. ¿Qué recursos y materiales curriculares se consideran más importantes en la enseñanza de la ciencia?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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,...)</li> </ul>
10. Criterios de evaluación	10.1. ¿Qué criterios de evaluación se deben promover en el aprendizaje de la ciencia?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>