

## Estudio de la presencia de la Geología en currículos oficiales autonómicos de Educación Primaria

### *A study of the presence of Geology in autonomous official curricula of Primary Education*

JAIME DELGADO IGLESIAS<sup>1</sup> Y M<sup>a</sup> AMELIA CALONGE GARCÍA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. Facultad de Educación y Trabajo Social, Paseo de Belén, 1 47011 Valladolid. E-mail: jaime.delgado.iglesias@uva.es

<sup>2</sup> Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Universidad de Alcalá. Facultad de Educación, c/Madrid 1, 19001 Guadalajara. E-mail: a.calonge@uah.es

**Resumen** El trabajo analiza los contenidos relacionados con las Ciencias de la Tierra presentes en currículos oficiales autonómicos de Educación Primaria. Se pretende conocer si la presencia de estos contenidos y su secuenciación son coherentes con los principios de la alfabetización en Ciencias de la Tierra. También si reflejan las grandes ideas en Ciencias de la Tierra (sus planteamientos básicos), los conceptos que las sustentan o la base conceptual que servirá para etapas educativas posteriores. A partir de los resultados se realizan una serie de recomendaciones y sugerencias dirigidas a responsables de confeccionar los textos normativos y a autores de libros de texto para que los contenidos sobre Ciencias de la Tierra tengan una presencia más evidente. Asimismo, se busca orientar a los maestros en ejercicio y a los maestros en formación en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

**Palabras clave:** Educación Primaria, Geología, alfabetización científica, currículo.

**Abstract** *The contents of the regional official curricula of Primary Education related to Earth Sciences are analyzed in this paper. The main aims are: 1) to find out if the presence of these contents and their sequencing and development are consistent with the principles of literacy in Earth sciences. 2) to check if they reflect, depending on the corresponding level, the great ideas in Earth science (its basic approaches), the concepts that support them or the conceptual basis that will serve for later educational stages. Based on the results, a series of recommendations and suggestions are made to those responsible for setting up the legal texts related to the curricula and to the authors of textbooks, so that the Earth Sciences may have a more visible presence. Also, it seeks to guide in-service teachers and teachers in training in contents related to the Earth Sciences.*

**Keywords:** Primary Education, Geology, scientific literacy, curriculum.

## INTRODUCCIÓN

La alfabetización científica tiene como objeto que todas las personas puedan dar respuestas y soluciones a cuestiones que surgen en el mundo que les rodea. Implica la adquisición de cultura científica aprendiendo no solo los conocimientos básicos de la Ciencia, sino también los conocimientos y actitudes sobre qué es la Ciencia, su construcción y funcionamiento (Hodson, 2008; Lederman, 2008 y García-Carmona, Criado y Cañal, 2014). En la enseñanza no universitaria, se contemplan contenidos sobre la Ciencia que deberían posibilitar la

alfabetización científica del alumnado. La Confederación de Sociedades Científicas de España hizo sugerencias y recomendaciones en este sentido a través del informe ENCIENDE (COSCE, 2011). Sanmartí (2002) señala que “las Ciencias que enseñamos deberían servir para que las nuevas generaciones aprendieran a disfrutar mirando el mundo que les rodea desde esta forma cultural (paralelamente a aprender otras formas culturales, todas ellas importantes)”. En estas enseñanzas se incluyen contenidos de las cuatro disciplinas clásicas (física, química, biología y geología) estando reflejados en los correspondientes currículos oficiales. Pres-

tando atención a las Ciencias de la Tierra, Pedrinaci (2001), Hernández (2011), Pascual (2013) y Orion y Libarkin (2014) justifican su enseñanza recordando que el planeta es un sistema en el que interactúan la geosfera, la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera y, como tal, el estudio de cada subsistema debe hacerse globalmente junto a los demás. El conocimiento y comprensión del funcionamiento del planeta Tierra permitirá entender el origen y evolución de los seres vivos y dar respuesta a múltiples cuestiones relacionadas con la acción del ser humano sobre el medio ambiente y su evidente vinculación con otros ámbitos (tecnología, sociedad). De esta manera, se aborda el concepto de geoalfabetización o alfabetización en Ciencias de la Tierra cuyas ideas básicas quedan sintetizadas por Pedrinaci (2011; 2012). Granda (1988) señalaba que, aunque la Geología comparte elementos comunes con otras disciplinas que suponen “barreras para conseguir un aprendizaje significativo”, estas se amplifican ante aspectos específicos de esta disciplina, como es la comprensión del tiempo geológico, los cambios, los procesos internos, etc... así como la dificultad o la inviabilidad de reproducir algunos fenómenos geológicos. Gallegos (1999) también hace referencia a las dificultades que supone la enseñanza de la Geología debido a las peculiaridades del conocimiento geológico. Este autor hace alusión a las dificultades asociadas a la edad y desarrollo psicológico de los alumnos lo que da lugar a que los escolares (< 12 años) no posean la adecuada visión espacial para poder visualizar e imaginar estructuras. También tienen dificultades para la comprensión de las escalas espaciales (hay cosas muy grandes o extremadamente pequeñas) y temporales (acontecimientos temporales que se salen de sus unidades de referencia cotidianas).

Ante este planteamiento, existe la paradoja materializada por la aparente importancia de la alfabetización en Ciencias de la Tierra frente al tratamiento desigual y reducido de contenidos de Geología que reflejan las enseñanzas oficiales (Calonge, 2010). Centrando la atención en la enseñanza escolar (Educación Primaria), ya desde hace tiempo los contenidos relacionados con las Ciencias de la Tierra aparecen difusos, estando parcialmente asimilados a otras áreas de conocimiento (Calonge y Juan, 2009; Martínez *et al.*, 2015).

A partir de estas afirmaciones, cabe preguntarse si las directrices curriculares son acertadas para el caso concreto de la enseñanza de las Ciencias de la Tierra y si, desde el ámbito autonómico, se ha legislado para solventar las posibles deficiencias que pudiera haber en el currículo estatal.

En este trabajo se realizará un estudio de la presencia, pertinencia y secuenciación de contenidos relacionados con las Ciencias de la Tierra en currículos oficiales autonómicos de Educación Primaria en tres Comunidades Autónomas del territorio español. El objetivo es determinar si los documentos oficiales muestran los contenidos sobre Ciencias de la Tierra lo suficientemente evidentes y visibles para que los maestros puedan formar adecuadamente a sus alumnos en la geoalfabetización y para que los autores de los libros de texto los tengan en cuenta para reflejarlos en sus obras.

## METODOLOGÍA

El estudio llevado a cabo ha sido de carácter cualitativo basado en el análisis de contenido (Bardin, 2002) identificando características específicas del mensaje para caracterizar la frecuencia de palabras o frases que posibilite su comparación e interpretación. Los registros o mensajes considerados han sido los contenidos sobre Ciencias de la Tierra que se identifican en el currículo oficial de la etapa educativa de Educación Primaria a nivel estatal y en los currículos oficiales en las Comunidades Autónomas de Castilla y León, Castilla-La Mancha y Madrid.

Inicialmente se analizó la presencia de los contenidos sobre Ciencias de la Tierra en los bloques de contenido de las áreas de Ciencias de la Naturaleza y de Ciencias Sociales en el currículo oficial estatal. Posteriormente se estudió su concreción y secuenciación en los currículos oficiales en las tres comunidades autónomas seleccionadas con el fin de conocer si los contenidos se reflejan de la misma manera y si se lleva a cabo de la misma manera en las tres comunidades autónomas.

Respecto a cómo se presentan los contenidos, se hablará de carácter explícito y de carácter implícito. El tratamiento de un contenido tendrá carácter explícito cuando aparece textualmente en el documento normativo, dentro del epígrafe **Contenidos** y en el epígrafe **Estándares de aprendizaje**. El hecho de que aparezca un determinado contenido de manera explícita significa que el lector, ya sea el autor de los libros de texto o el maestro, lo identifique con las Ciencias de la Tierra, asumiendo su importancia desde el punto de vista conceptual y disciplinar y, por lo tanto, que no debe obviarse su enseñanza o su tratamiento en los libros de texto. Un ejemplo de contenido con carácter explícito es el contenido *Rocas y minerales*, el cual se muestra literalmente en el texto del bloque 2 (**el mundo en que vivimos**) del área de Ciencias Sociales. Este contenido aparece de manera textual *El suelo. Rocas y minerales: propiedades, identificación y uso* en 2º curso y como estándar de aprendizaje 3.6. *Describe, de manera sencilla, rocas y minerales, clasificándolos según color, forma y plasticidad* en el currículo de Castilla y León.

Por otro lado, si un determinado contenido no se cita textualmente en el epígrafe **Contenidos** encontrándose enmascarado con otros contenidos no específicos de las Ciencias de la Tierra, se hablará entonces de que ese contenido tiene carácter implícito. Como ejemplo de contenido con carácter implícito se encuentra la expresión *La diversidad geográfica de Europa: relieve, climas, e hidrografía* en el epígrafe **Contenidos** y la expresión *Reconoce los principales rasgos del relieve, los ríos y el clima de Europa* en el epígrafe **Estándares de aprendizaje** en el bloque 2 (**El mundo en que vivimos**) de Ciencias Sociales del 6º curso en el currículo de Castilla y León. En este caso, trata el relieve de manera descriptiva en Europa pero no indica o sugiere que se haga referencia a su formación, evolución, origen, condicionantes geológicos, etc... El enfoque geológico no se indica de manera expresa, pero su consideración es recomendable como comprensión integral

del concepto del relieve. Otro ejemplo de contenido implícito es el referido a *Las mezclas y sus tipos* en el bloque de *Materia y energía* de 5º curso. No especifica que se propongan ejemplos de algunas rocas como es el caso de mezclas heterogéneas. Sin embargo, en el estudio de este recurso realizado por Cortés y Martínez (2017), hay un ejemplo de libro de texto que presenta el granito como mezcla heterogénea (tabla IV, pg. 288). En este caso, el contenido del documento normativo fue adecuadamente interpretado, desde el punto de vista de las Ciencias de la Tierra, por el autor del libro de texto, reflejándolo en su obra.

La importancia de que un contenido aparezca de manera explícita o implícita hace referencia a la visibilidad de la Geología como disciplina. A menor visibilidad o referencia directa a contenidos en Ciencias de la Tierra aumenta el riesgo de que autores de libros de texto o el profesorado deje de estar familiarizado con la Geología, lo cual llevaría a una mayor dificultad para que llegue al alumnado. En los contenidos con presencia implícita dependerá de que el profesor tenga conocimientos en Geología y para poder implementarlos o que el autor de libros de texto los refleje en las actividades o ejemplos en sus obras. Si no es así, el contenido posiblemente no se considere, pase desapercibido o no se comprenda correctamente por parte del alumno.

Para llevar a cabo el estudio se construyó un instrumento (tabla I) que se aplicó a los textos de los documentos normativos. En la primera columna se indican las agrupaciones de contenidos identificados en el texto y el resto de columnas hacen referencia al curso en el que aparece identificado cada contenido o agrupación de contenidos. Con siglas se señala el currículo de la comunidad autónoma en el que se ha identificado. El carácter implícito del contenido identificado queda marcado mediante subrayado de las siglas.

Respecto al tipo de contenidos, se consideran *contenidos conceptuales* (conceptos, nombres, hechos), *contenidos procedimentales* (habilidades, técnicas, estrategias, destrezas) y *actitudinales* (valores y actitudes) de acuerdo con clasificación de contenidos basada en la considerada por Reigeluth, Merrill y Bunderson (1978).

Como ejemplo de *contenido conceptual*, en el bloque 2 del área de Ciencias Sociales del currículo en Castilla y León, se encuentra **La Litosfera. Rocas y Minerales** (3º curso). Como ejemplo de *contenido procedimental* tenemos el estándar de aprendizaje 1.3 **Confecciona e interpreta gráficos de temperaturas y precipitaciones de tu entorno, a partir de datos obtenidos** (4º curso). Y un ejemplo de *contenido actitudinal* está en el estándar de aprendizaje 4.3 **Muestra ante los problemas ambientales y realiza un consumo responsable** (4º curso).

Finalizado el análisis de los contenidos en los currículos oficiales, se procedió a estudiar si en esos textos normativos se reflejan las grandes ideas clave para la alfabetización en Ciencias de la Tierra (Pedrinaci *et al.*, 2013). Se buscó la coincidencia (o su cercanía) de contenidos de los textos oficiales con las subideas que constituyen las grandes ideas clave.

## RESULTADOS

### Los documentos oficiales

El currículo oficial de Educación Primaria se establece de nuevo a partir de la promulgación de la *Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa*, LOMCE (BOE de 10 de diciembre de 2013), sustituyendo el existente hasta el momento basado en la *Ley Orgánica de Educación*, LOE, de 2006 (BOE de 4 de mayo de 2006).

La LOMCE modifica gran parte de los artículos de la LOE, siendo la organización de contenidos uno de los aspectos en los que se aprecia un gran cambio reflejado en los currículos oficiales. El currículo básico de Educación Primaria a nivel estatal viene recogido en el Real Decreto 126/2014 (BOE de 1 de marzo de 2014). Esta norma marca las directrices en cuanto a organización, evaluación, contenidos, etc... para todo el territorio nacional y articula los contenidos en áreas y, dentro de éstas, en bloques. Se han tenido en cuenta el área de Ciencias de la Naturaleza, con 5 bloques de contenidos: Bloque 1 *Iniciación a la actividad científica*, Bloque 2 *El ser humano y la salud*, Bloque 3 *Los seres vivos*, Bloque 4 *Materia y energía* y Bloque 5 *La tecnología, objetos y máquinas*. Y el área de Ciencias Sociales, con cuatro bloques de contenidos: Bloque 1 *Contenidos comunes*, Bloque 2 *El mundo en que vivimos*, Bloque 3 *Vivir en sociedad* y Bloque 4 *Las huellas del tiempo*.

Para el presente trabajo se han consultado los documentos autonómicos correspondientes a la Comunidad Autónoma de Castilla y León (*DECRETO 26/2016, Boletín Oficial de Castilla y León de 25 de julio de 2016*), Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha (*Decreto 54/2014, Diario Oficial de Castilla-La Mancha de 11 de julio de 2014*) y Comunidad de Madrid (*DECRETO 89/2014, Boletín Oficial de la Comunidad De Madrid de 25 de julio de 2014*).

### Análisis previo de los contenidos sobre Geología

El criterio para identificar los contenidos relacionados con Ciencias de la Tierra se fundamenta en la propuesta de Calonge y Juan (2009) en la que se sugieren conjuntos de contenidos materializados en núcleos organizadores: *La Tierra en el espacio; Funcionamiento del planeta; La vida en el planeta; Materias primas y métodos de estudio y Tiempo geológico*.

Cortés y Martínez (2017) examinaron el texto del documento normativo estatal sobre Educación Primaria reconociendo escasos contenidos sobre Ciencias de la Tierra en el área de las Ciencias de la Naturaleza (las referencias más cercanas se encuentran en el bloque 3 *Seres vivos* al tratar los componentes de los ecosistemas y en el bloque 4 *Materia y energía* al tratar la naturaleza de los materiales y las fuentes de energía), mientras que la mayor parte de los contenidos buscados se encuentran en el bloque 2 *El mundo en que vivimos* del área de las Ciencias Sociales. Esta distribución no parece coherente con la naturaleza de las áreas ni con la propia naturaleza de la Geología como ciencia experimental. Martínez *et al.* (2015) ya hicieron notar que no se aclara cuál es el motivo de esta atípica distribución.

Estudiando con detenimiento el bloque 2 de Ciencias Sociales, sobre la estructura de la Tierra

se habla de capas de la Tierra, pero parece referirse a las capas externas, como atmósfera e hidrosfera y el resto como una capa denominada geosfera, se introduce el término de *litosfera*, aunque con una clara intención petrológica descriptiva, sin entrar a valorar procesos. Lo mismo ocurre con los materiales geológicos (minerales y rocas).

El relieve se trata desde un punto de vista geográfico, sin entrar a plantear las causas de su modelado. Tampoco se hace referencia a la tectónica de placas (ni siquiera a modo introductorio) o a efectos de la geodinámica interna ni se vinculan los materiales geológicos con fenómenos que acontecen en el planeta y, mucho menos, se hace referencia a riesgos geológicos o naturales. Es posible que en contenidos tan amplios como el cambio climático o desarrollo sostenible se puedan plantear contenidos menores entre los que se encontrarían los citados. No obstante, algo positivo que se observa es la tímida aproximación a una perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y medio-Ambiente (CTSA) en relación a minerales y rocas y sus usos y utilidades.

Entendiendo que se trata de directrices que las comunidades autónomas concretan, se puede decir, como crítica a esta exposición de contenidos geológicos, que tiene un excesivo carácter descriptivo. Además de la aparente desaparición de la Geología a favor de la geografía, el bloque 2 del área de Ciencias Sociales parece tener una escasa condición indagatoria. Esto no es coherente con la metodología activa, en cuanto a actividad científica, que proclama el texto normativo en la introducción y orientaciones metodológicas de la etapa de Educación Primaria.

### Análisis por contenidos y cursos

Tras un primer reconocimiento de los documentos autonómicos, se hace agrupamiento de contenidos con el fin de simplificar el tratamiento de la información. Los términos que se señalan derivan de los expresados literalmente en los textos analizados, utilizando las agrupaciones solamente en casos concretos (**estructura y representación de la Tierra** o **la Tierra como sistema**, por poner dos ejemplos):

- Agua
- Ciclo del agua
- Suelo
- Rocas y minerales
- Sistema Solar
- Estructura y representación de la Tierra
- Magnetismo de la Tierra/brújula
- Relieve
- La Tierra como sistema
- Patrimonio natural y conservación de espacios naturales
- Catástrofes naturales y riesgos geológicos
- Fuentes de energía y materias primas
- Fósiles
- Clima

El resultado del análisis se presenta en la Tabla I identificando 93 referencias a contenidos relacionados con la Geología. El 57% son contenidos de tipo conceptual, acorde con la etapa predominantemente perceptiva de la Educación Primaria, al menos en lo que al ámbito de las Ciencias se refiere, pero el

hecho de que los contenidos procedimentales estén representados solo por un 17,2% del total de referencias, suponiendo mucho menos de una cuarta parte de las referencias a Ciencias de la Tierra, no parece congruente con las orientaciones metodológicas (*iniciarse en el desarrollo de estrategias del método científico*) de la etapa reflejadas en los documentos normativos. Respecto a los contenidos actitudinales, se estima positivo el porcentaje de 25,8% sobre el total de referencias debido a la importancia que tienen para formar al alumno en el aprecio y respeto hacia el medio ambiente, el entorno y el interés hacia las Ciencias de la Tierra.

Prestando atención a la evidencia con la que se expresan los contenidos (si son explícitos o implícitos), algo más de un tercio, casi la mitad de las referencias, tienen carácter implícito (37,6%). Esto no es un dato demasiado bueno para la alfabetización científica en Ciencias de la Tierra porque significa que esos contenidos quedan menos visibles y dependerá del criterio y conocimientos del autor de libros de texto o del maestro para ampliarlos o materializarlos. Los contenidos que mayormente se expresan de manera explícita en las tres comunidades autónomas estudiadas son el agua, las rocas y minerales, el suelo, el Sistema Solar, capas de la Tierra, magnetismo-brújula, fuentes de energía y materias primas y clima. Hay referencias implícitas a contenidos del relieve (la mayoría de ellas), a fósiles y a conservación de patrimonio natural. Esto no quiere decir que no aparezca el término como tal, sino que la norma no especifica (a partir de los resultados de aprendizaje) que se tengan que relacionar necesariamente con procesos geológicos (el relieve, por ejemplo).

Por otro lado, estudiando la tabla I en relación con los contenidos que se tratan en cada curso se puede ver que el agua se desarrolla en todos los cursos. El relieve es el segundo más tratado a través de 5 cursos, a pesar de hacerlo de manera implícita. Le siguen las rocas y minerales con referencia en 4 cursos, algunas explícitas y otras implícitas. La estructura de la Tierra se refleja principalmente en el tercer curso (capas, litosfera), pero no deja claro, a juzgar por los estándares de aprendizaje, qué tiene que conocer el alumno sobre la diferencia entre las capas externas e internas de la Tierra ni sobre la litosfera. En el quinto curso se vuelve a hablar de atmósfera, hidrosfera y se incorpora geosfera pero no especifica qué deben saber de esta última.

También hay contenidos que tienen distinto tratamiento según la comunidad autónoma. De esta manera, las referencias a la Tierra como sistema y al relieve son implícitas en el currículo de Castilla y León y en el currículo de la Comunidad de Madrid, mientras que son explícitas en el de Castilla-La Mancha. Algo parecido ocurre con las catástrofes naturales y riesgos geológicos, siendo en Castilla y León donde aparece de manera explícita, citando expresamente “volcanes y terremotos”. Los contenidos conceptuales suelen estar relacionados con referencias explícitas. En estos casos se cita de manera clara el contenido dando orientación al lector para considerarlos. Sin embargo, cuando se presentan contenidos actitudinales se suelen expresar de manera implícita, haciendo



CONTENIDO	NIVEL-CURSO					
	1	2	3	4	5	6
Agua	CLM;CYL	CLM;CYL;CM	CYL;CM	CYL;CLM		CYL
Ciclo del agua	CLM	CLM;CYL	CLM;CYL	CM	CYL	
Suelo		CYL	CYL	CYL;CLM	CM	CYL;CLM
Rocas y minerales	CM	CLM;CYL	CYL;CM	CLM;CYL		CYL;CLM
Sistema Solar	CM	CM;CYL	CLM		CYL;CLM	
Estructura y representación Tierra	CM		CM;CLM;CYL	CM	CYL;CLM	
Magnetismo terrestre/brújula			CLM		CYL	CYL;CM
Sistemas de la Tierra	CM;CLM	CM	CLM;CYL;CM	CM;CLM		
Relieve	CM	CM;CYL	CLM;CYL	CLM;CYL	CM; CYL	CYL
Catástrofes naturales y riesgos geológicos			CLM		CYL	CLM;CYL
Patrimonio natural y conservación de espacios naturales			CLM;CYL	CYL		CLM;CYL
Fuentes de energía y materias primas	CLM	CLM	CYL;CLM	CM;CYL	CYL;CM	CYL
Fósiles				CM		CLM;CYL
Clima				CLM;CYL;CM	CYL	

Tabla I: Identificación de referencias a contenidos sobre Ciencias de la Tierra por cursos en el área de Ciencias Sociales y en el área de Ciencias de la Naturaleza en los currículos de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Castilla y León (CYL), en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha (CLM) y en la Comunidad de Madrid (CM). Las referencias con carácter implícito aparecen subrayadas.

referencia a evolución o fósiles, conservación del patrimonio natural, uso responsable de recursos naturales, impactos, etc...

En el texto de la Comunidad de Madrid se habla explícitamente de *litosfera: identificación de rocas y materiales del entorno* en el primer curso, quizá un nivel demasiado temprano para la correcta asimilación del concepto de roca. En cuarto curso se vuelve a hacer referencia muy explícita a las rocas (identificación, composición) y minerales (propiedades, diferencia con las rocas) características de la litosfera. En este curso también se cita expresamente, en referencia al agua, *comprender cómo se forman las aguas subterráneas*.

En la comunidad de Castilla - La Mancha el texto presenta algunos aspectos considerados positivos para identificar con más facilidad contenidos sobre Ciencias de la Tierra. Uno de estos aspectos son las aguas subterráneas, apareciendo, en el tercer curso, el estándar de aprendizaje *explicar cómo se forma*, promoviendo la relación con hidrogeología, acuíferos, etc... Otro rasgo destacable es el carácter explícito al referirse al relieve citando que el alumno debe *describir los procesos de formación de relieve* como referencia muy explícita a los procesos geológicos como responsables del modelado relieve.

En líneas generales, los resultados indican un rasgo común en el currículo de las tres comunidades autónomas: una naturaleza excesivamente descriptiva en el texto y muy escasas referencias a procesos geológicos. No obstante, la comparación entre los tres currículos pone de manifiesto la diferente manera de abordar los contenidos de la Educación Primaria (tabla I) por parte de las administraciones educativas autonómicas. Aunque siguen las orientaciones estatales, hay heterogeneidad entre los textos normativos respecto a la secuenciación de los contenidos y, sobre todo, en cuanto a la claridad con la que expresan los contenidos o lo que se le pide al alumno que debe saber.

### Relación con grandes ideas clave para la alfabetización en Ciencias de la Tierra

El conocimiento fundamental sobre la alfabetización científica es sintetizado por (Pedrinaci, 2011, Pedrinaci *et al.*, 2013) en diez grandes ideas clave (constituidas por subideas) basadas en los principios para la alfabetización en Ciencias de la Tierra promovidos por la National Science Foundation (NSF, 2009). Para el conocimiento de estas ideas clave y de las subideas se sugiere al lector que consulte las referencias citadas.

Se ha estimado interesante conocer en qué medida estas ideas, o parte de ellas, se pueden ver reflejadas en los tres currículos oficiales autonómicos de enseñanzas escolares analizados. El reconocimiento de las ideas clave en los textos, indicaría que la base conceptual en Ciencias de la Tierra ya está planteada de cara a posteriores etapas educativas.

La **idea clave 1** (La Tierra es un sistema complejo) se identifica casi en su totalidad a través de las subideas. No obstante, no queda patente que se reconozca la biosfera como capa de la Tierra, ni tampoco parece reflejar el dinamismo de ésta.

Las subideas sobre el origen del Sistema Solar y los planetas (**idea clave 2**) aparecen de manera explícita, pero el resto de subideas sobre rasgos de la corteza, formación del planeta y registro de su historia son parcialmente desarrolladas o no aparecen, como por ejemplo, lo referido a tiempo geológico y origen y evolución del planeta.

Los contenidos de rocas y minerales se encuentran reflejados en la **idea clave 3**, pero se observa ausencia de subideas relacionadas con geoquímica y ciclo petrológico.

Las subideas relacionadas con el aire y el agua (**idea clave 4**) y su papel en la configuración de la Tierra como planeta especial, aparece completamente reseñada de manera explícita en los currículos.

La vida en el planeta (**idea clave 5**) no aparece evidenciada. No hay referencia a ninguna de las 8 subideas dentro de esta gran idea, excepto cuando

se habla de la extinción de especies en el Bloque 3 *Los seres vivos* del área de Ciencias de la Naturaleza y también, de manera indirecta, en el Bloque 4 *Las huellas del tiempo* del área de Ciencias Sociales cuando trata el contenido de evolución del ser humano, prehistoria, Atapuerca...

No se reconoce la **idea clave 6** sobre tectónica de placas. Solo se hace alusión directa a la litosfera, pero de manera superficial se cita la división en capas de la "corteza". El magnetismo está reflejado pero no se explica su relación con el interior de la Tierra.

La gran idea clave 7, sobre descripción del relieve y de la superficie terrestre, está casi en su totalidad reflejada de manera explícita, pero no así las subideas sobre las causas geológicas de su formación. Solamente el texto de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha menciona la formación y modelado del relieve con procesos geológicos.

Los recursos geológicos y sostenibilidad (**idea clave 8**) se recogen de manera explícita en los currículos a través de 5 de las 8 subideas. La vinculación del Patrimonio Natural con la variedad de manifestaciones geológicas no se muestra de manera evidente. No está representada la subidea sobre el papel de los geólogos y otros técnicos para buscar recursos y soluciones técnicas para reducir el impacto de su explotación. Tampoco el papel de la Geología en la singularidad de los lugares de la Tierra ni la influencia en la distribución y desarrollo de las poblaciones humanas. Con relación a esta idea clave, se observa una cierta carencia de la perspectiva CTSA en los currículos (estatal y autonómicos).

Respecto a riesgos geológicos y catástrofes naturales (**idea clave 9**), la relación de riesgo natural con procesos naturales aparece desarrollada de manera explícita en el currículo de Castilla y León y de manera indirecta en el currículo de Castilla-La Mancha. El resto de subideas sobre gestión del riesgo y consideración de conceptos técnicos sobre catástrofes aparecen parcialmente reflejadas y alguna de ellas ni siquiera se contempla (difusión a la población).

En la gran **idea clave 10**, sobre métodos de trabajo, 5 de las 6 subideas se muestran de manera explícita en relación a iniciación a la actividad científica, trabajo de los científicos y métodos de estudio. Se hacen referencias explícitas en los bloques número 1 tanto del área de Ciencias de la Naturaleza como en Ciencias Sociales.

De las 79 subideas que constituyen las grandes ideas, el 67% se reflejan en los currículos, constituyendo un dato positivo. Sin embargo, el 35% del total de subideas no se reflejan, pero si el maestro o el autor de libros posee formación adecuada sobre Ciencias de la Tierra quizá pueda desarrollar alguna de ellas.

## DISCUSIÓN

El análisis del currículo de Educación Primaria en relación a la presencia de contenidos sobre Ciencias de la Tierra permite extraer algunas disconformidades.

No cabe duda que lo primero que llama la atención es que la mayor parte de los contenidos sobre

Ciencias de la Tierra se desvinculan de las Ciencias Experimentales, estando ubicados en el área de Ciencias Sociales, excepto los relacionados con componentes de ecosistemas y materiales y fuentes de energía (Cortés y Martínez, 2017). Esto puede suponer una invisibilidad de la Geología para los autores de libros de texto, principalmente de la materia Ciencias de la Naturaleza. Resulta esperable que el autor de los libros se ceñirá a los contenidos que figuran en el área de Ciencias de la Naturaleza en el currículo oficial, prescindiendo de la mayor parte de los contenidos de las Ciencias de la Tierra. Para los maestros en activo supone una desorientación pudiendo pasarles desapercibidos muchos matices sobre Ciencias de la Tierra. La mayoría de esos contenidos son de tipo conceptual, si bien se han identificado relativamente abundantes contenidos de tipo actitudinal, siendo deseable que fueran más.

Por otro lado, aunque parece que hay un cierto acercamiento al concepto de la Tierra como sistema en los currículos, se habla de las capas de la Tierra (*Capas externas de la Tierra. Litosfera*) como entes independientes, sin aparente relación mutua, constituyendo un vacío conceptual que impide introducir y comprender otros contenidos (el modelado del relieve, por ejemplo). Parecen desligar la actividad de los seres vivos del funcionamiento de la Tierra, no contemplando la biosfera como capa de la Tierra, dificultando así la comprensión del concepto de la Tierra como sistema constituido por subsistemas.

Otros contenidos tienen un tratamiento bastante limitado: no queda claro si se explicará la relación de las aguas subterráneas con las rocas ni se especifica qué deben saber exactamente los alumnos sobre el concepto de geosfera. Tampoco se hace referencia a la relación de los recursos no renovables con la Geología ni a la necesidad de la explotación de estos recursos como respuesta a la demanda de materias primas. En cuanto a catástrofes naturales, los documentos normativos no parecen sugerir que las causas de estos hechos hay que buscarlas en el funcionamiento del planeta como respuesta al intercambio de energía.

Sobresale el hecho de que no existe referencia alguna a los fósiles, a pesar de constituir el fundamento para la geoalfabetización de la idea clave nº 5 (*La vida evoluciona e interacciona con la Tierra*). Lo más cercano a este concepto se encontraría en los contenidos de Ciencias Sociales, Bloque 3 *Huellas del tiempo*, al tratar contenidos sobre la prehistoria y antepasados del hombre como especie, o en el Bloque 3 *Los seres vivos* del área de Ciencias de la Naturaleza al hablar de extinción de las especies y los fósiles como herramienta para conocer la evolución de la vida en el planeta. Se podría hacer un acercamiento a los fósiles y a la vida en el pasado (más allá del antepasado del Hombre), al menos en cursos superiores, como base conceptual, aprovechando el atractivo que suponen para los niños. Esta aproximación podría basarse en morfología comparada, relación con la evolución, con cambio climático, etc...

Cabe subrayar muy acertado el tratamiento sobre los usos de las rocas. Supone una conexión de aspectos teóricos de aula con el entorno que conoce el alumno y con los objetos que le rodean. Se puede de-

cir que es una antesala a contenidos de carácter actitudinal relacionados con valoración del medio y con la sostenibilidad y a la perspectiva CTSA (Lederman, 2008; Fernandes *et al.*, 2018; Vilches *et al.*, 2011).

Se valora positivamente la secuenciación de minerales y rocas. Los minerales y sus propiedades se lleva a cabo entre el primer y segundo curso de Educación Primaria, dependiendo de la comunidad autónoma, mientras que las rocas se tratan más detalladamente entre el tercer y cuarto curso. Parece coherente estudiar primero la materia cristalina y posteriormente las rocas como agregados de minerales, respondiendo a un planteamiento didáctico en el que se empieza por lo pequeño para llegar a lo grande, de lo sencillo a lo complejo, muy de acuerdo con el cambio de ideas coloquiales y familiares hacia ideas científicas y extrañas (Posner *et al.*, 1982).

La distribución secuencial de los contenidos tiene congruencia con el nivel madurativo de los alumnos de Educación Primaria, coincidiendo en algunos aspectos con los estudios realizados por Gallegos (1998) sobre secuenciación de contenidos curriculares y (Gallegos, 1999) sobre documentos curriculares en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Efectivamente, estamos de acuerdo con este autor en que para edades tempranas, el estudio de minerales y rocas se debe abordar sin pretender categorías de clasificación complejas que vayan más allá de una o dos propiedades. Sin embargo, esto puede ser válido para los cursos en los que está planteado su impartición (2º y 3º cursos en Castilla y León, 2º y 4º en Castilla-La Mancha y 1º y 3º cursos en Madrid), pero quizás sería interesante retomar el tema en cursos superiores, sin profundizar en contenidos complejos, pero con una ligera introducción a la petrogénesis (al menos el significado de que las rocas se integran en un ciclo).

### Recomendaciones y sugerencias

El contraste entre los aspectos positivos y las carencias detectadas en el estudio permite plantear recomendaciones a los maestros en activo, a los autores de los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza y de Ciencias Sociales para Educación Primaria (Fig. 1) (incluidos los autores de libros so-

bre didáctica de las Ciencias Experimentales), a los expertos encargados de confeccionar los currículos oficiales ante hipotéticos cambios legislativos y, por último, a los formadores de profesorado (Fig. 2).

Es importante promover un enfoque procedimental de muchos de los contenidos a través de una redacción de los estándares de aprendizaje acorde con la geoalfabetización dando información sobre lo que el alumno debe saber hacer en relación a esos contenidos (capas de la Tierra, sistemas de la Tierra, catástrofes, origen de relieve, cambio climático, ciclo del agua...). Sería conveniente que quedara más patente la relación de algunos contenidos con las Ciencias de la Tierra para:

- Comprender la acción de sistemas de la Tierra en el modelado del relieve, por ejemplo: *Describe la acción de agentes geológicos sobre las rocas.*
- Entender y saber explicar las causas geológicas de las catástrofes naturales. Algunos ejemplos son: *Cita las causas de los terremotos, describe la relación de un volcán con las capas de la Tierra, reconoce las zonas de vulcanismo activo en la Tierra.*
- Superar la idea de que el suelo es homogéneo. El concepto de suelo debería reflejarse de manera más explícita en los estándares de aprendizaje. Por ejemplo: *Identifica los horizontes de un suelo, reconocer los componentes de un suelo, explicar la importancia de los suelos para el Hombre.*

También es recomendable que en el texto aparezca de manera más patente el término *aguas subterráneas* o hacer referencia a la metodología empleada en Geología (observación directa e indirecta de la naturaleza), así como que en algún momento se hable de los fósiles, teniendo en cuenta que se enuncia específicamente *extinción de especies*.

Se sugiere incluir alguna referencia a la biosfera como capa de la Tierra y a la interacción con el resto de capas, específicamente con la litosfera, y sobre

Fig. 1. Una consecuencia de los cambios legislativos es la modificación de los libros de texto como recurso del maestro. Arriba, libros de texto pertenecientes al periodo normativo LOE y abajo según LOMCE.



Fig. 2. Actividades prácticas con maestros en formación en un contexto real con alumnos escolares.







Fig. 3. La construcción de modelos permiten comprobar la comprensión de contenidos y, en el caso de maquetas como la de la figura, proporciona información sobre la capacidad del alumnado para aplicar los contenidos de Ciencias de la Tierra a problemas y situaciones cotidianas (demanda de energía, por ejemplo).

el funcionamiento del planeta, así como alguna referencia a reconocer la importancia del Patrimonio Geológico.

Igualmente se aconseja reflejar el papel de los geólogos, independientemente también de otros científicos, en el desarrollo científico (como ejemplo de estándar de aprendizaje se propone: *identifica el papel de personajes relacionados con la Geología a lo largo de su historia y cuáles han sido sus principales aportaciones al progreso*).

Habría que clarificar la idea sobre estructura de la Tierra, sus capas, relación entre ellas, algo que luego queda confuso al traspasarlo a los libros de texto, mezclando la división en capas desde el punto dinámico y geoquímico (Cortés y Martínez, 2017).

Asimismo, se deberían concretar ideas confusas sobre algunos contenidos que parecen complejos para el curso indicado. Por ejemplo, *estudiar la plasticidad como propiedad física* (estándar de aprendizaje 3.6. del bloque 2 de Ciencias Sociales en Castilla y León). No parece muy indicado para segundo curso de Educación Primaria.

Las sugerencias pretenden evitar la heterogeneidad entre currículos de distintas comunidades autónomas.

Por otro lado, las recomendaciones señaladas se hacen extensibles a las actividades de trabajo de los libros de texto utilizando, por ejemplo, las propuestas de la web Earthlearningidea.com (King *et al.*, 2009), diseño de modelos y maquetas (Fig. 3) y juegos (Fig. 4), lecturas, debates, dilemas, etc...El trabajo de Cortés y Martínez (2017), en el que estudian cómo aparecen reflejados los contenidos en libros de texto de Educación Primaria y las lagunas que detectan en cuanto al tratamiento de los contenidos de Ciencias de la Tierra, parece justificar las recomendaciones.



Fig. 4. Recursos didácticos confeccionados por los maestros en formación para fomentar el razonamiento y la indagación en los alumnos. En el caso del Trivial, los alumnos deben diseñar las preguntas buscando respuestas que impliquen razonar la solución, evitando un desarrollo memorístico del juego.

## CONCLUSIONES

El estudio permite hacer algunas observaciones y recomendaciones que sirvan de orientación para maestros en activo y maestros en formación. La expresión con la que aparecen los contenidos y los estándares de aprendizaje en relación con las Ciencias de la Tierra condiciona la identificación de los contenidos menos evidentes para el lector. Esta identificación facilita que los profesores o los autores de libros estén en condiciones de desarrollar esos contenidos evitando que pasen desapercibidos.

Hay contenidos cuyas referencias son evidentes, como rocas, minerales, agua, Sistema Solar, clima, capas de la Tierra. Para el resto de contenidos no se percibe una evidencia clara, transmitiendo una imagen estática del planeta. Esto se complica al tratarse de distinta manera en las diferentes comunidades autónomas, de manera que un alumno tendrá diferente grado de alfabetización en Ciencias de la Tierra en función de la comunidad autónoma en la que estudie. Efectivamente, se observa cierta heterogeneidad en la secuenciación en las distintas comunidades autónomas. También la evidencia con la que aparecen algunos contenidos es distinta dependiendo de la comunidad. Para homogenizar los contenidos, deberían especificarse desde el documento estatal con suficiente claridad. Por este motivo, se recomienda que los contenidos se muestren más evidentes en relación a contenidos de Ciencias de la Tierra, no tanto el contenido en sí como la redacción de los estándares de aprendizaje, con un carácter más procedimental y orientado a sobre qué tiene que saber el alumno sobre esos contenidos. Asimismo, es recomendable que quede más patente la perspectiva CTSA en relación a los contenidos de Ciencias de la Tierra.

Las sugerencias van dirigidas a los autores de los documentos normativos oficiales, a los autores de libros de texto, a los maestros en activo y a formadores de maestros. Es posible formar a los maestros para que posean los conocimientos adecuados sobre Ciencias de la Tierra y la concienciación y valoración adecuadas de la Geología para desarrollar



de manera idónea los contenidos de Ciencias de la Tierra, tanto los explícitos como implementar aquellos que se reflejan implícitamente. Esto se puede conseguir con cursos de formación permanente para maestros en ejercicio promovidos por los organismos competentes en materia educativa y asociaciones que velan por la difusión y divulgación de la Geología. En este sentido los centros de formación del profesorado tienen un papel decisivo en la preparación de los futuros maestros a través de la enseñanza apropiada de los contenidos sobre Ciencias de la Tierra.

## BIBLIOGRAFÍA

Bardin, L. (2002). *Análisis de contenido*. Madrid, Alkal (1ª edición 1989).

Calonge, M.A. (2010). La Geología que emociona, ¿qué geología enseñamos, qué geología necesitamos y qué geología divulgamos? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18.2, 141-149.

Calonge, M. A. y Juan, X. (2009). Teaching geology in Spain: a Teacher's Association view. *Teaching Earth Science*, 34.2, 42-47.

Cortés, A.L. y Martínez, M.B. (2017). Del mundo en que vivimos a la dinámica de la Tierra: el particular recorrido de las Ciencias de la Tierra por la Educación Primaria y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25.3, 285-294.

COSCE (2011). *Informe ENCIENDE sobre Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar en edades tempranas*. Confederación de Sociedades Científicas de España. [http://www.cosce.org/pdf/Informe\\_ENCIENDE.pdf](http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf). Consulta: 10 de mayo de 2018.

Fernandes, I.M., Pires, D.M. y Delgado-Iglesias, J. (2018). ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15.1, 1101/1-1101/16.

Gallegos, J.A. (1998). La secuenciación de contenidos curriculares: principios fundamentales y normas generales. *Revista de Educación*, 315, 293-315.

Gallegos, J.A. (1999). La secuenciación de contenidos en la enseñanza de la geología: (I) las peculiaridades del conocimiento geológico y de sus recursos didácticos. *Revista de Educación*, 318, 321-352.

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.

Granda, A. (1988). Esquemas conceptuales previos de los alumnos en geología. *Enseñanza de las Ciencias*. 6.3, 239-243.

Hernández, M.J. (2011). Educación para las ciencias del sistema Tierra en el siglo XXI. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, 67, 46-52.

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

King, Ch., Kennett, J.P., Devon, E. y Sellés, J. (2009). Earthlearningidea: nuevos recursos para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17.1, 2-15.

Lederman, N. G. (2008). Nature of science: past, present, and future. En: *Handbook of research on science education* (Eds.: S. K. Abell y N. G. Lederman), 831-879. New York, Lawrence Erlbaum Associates.

Martínez, B., Calvo, J.M. y Cortés, A.L. (2015). De la estabilidad al continuo cambio inapreciable. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, 79, 9-16.

NSF (2009). *Principios para la alfabetización científica en Ciencias de la Tierra*. <http://www.earthscienceliteracy.org>. Consulta: 10 de mayo de 2018.

Orion, N. y Liberkin, J. (2014). Earth System Science Education. En: *Handbook of research on science education* (Eds.: N.G. Lederman y S.K. Abell.), 481-496, New York, Routledge.

Pascual, J.A. (2013). La Tierra como sistema. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21.2, 130-138.

Pedrinaci, E. (2001). Cómo funciona la Tierra: una perspectiva sistemática. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, 27, 47-57.

Pedrinaci, E. (2011). El funcionamiento de la Tierra y la alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, 67, 10-19. Barcelona, Graó.

Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20.2, 133-140.

Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P. Almodóvar, G.R., Barrera, J.L., Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J.C., Fernández-Martínez, E.F., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López-Ruiz, J., Mata-Perello, J.M., Pascual, J.A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A. y Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21.2, 117-129.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

Reigeluth, C.M., Merrill, M.D y Bunderson, C.V. (1978). The structure of subjects matter content and its instructional design implications. *Instructional Science*, 7, 107-126.

Sanmartí, N. (2002). Un reto: mejorar la enseñanza de las Ciencias. En: *Las Ciencias en la escuela* (Eds.: Catalá y colaboradores), 13-26, Barcelona, Graó.

Vilches, A., Gil Pérez, D. y Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. En: *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. (Eds.: W. Santos y D. Auler), 161-184. Brasília, Editora Universidade de Brasília. ■

*Este artículo fue recibido el día 8 de septiembre de 2017 y aceptado definitivamente para su publicación el 19 de abril de 2018.*