



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

La desnaturalización de las Ciencias de la Tierra en el currículo LOMCE de Educación Primaria: un análisis curricular desde la perspectiva de la práctica científica

Achurra, Ainara; Berreteaga, Ana; Zamalloa, Teresa

La desnaturalización de las Ciencias de la Tierra en el currículo LOMCE de Educación Primaria: un análisis curricular desde la perspectiva de la práctica científica

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 1, 2023

Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334014>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1303

La desnaturalización de las Ciencias de la Tierra en el currículo LOMCE de Educación Primaria: un análisis curricular desde la perspectiva de la práctica científica

The denaturalization of the Earth Sciences in the LOMCE curriculum of Primary Education: a curricular analysis from the perspective of the scientific practice

Ainara Achurra

Departamento de Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco UPV/EHU, España
ainara.achurra@ehu.eus

 <https://orcid.org/0000-0001-8055-6057>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1303

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334014>

Ana Berreteaga

Departamento de Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación de Bilbao, Universidad del País Vasco UPV/EHU, España
ana.berreteaga@ehu.eus

 <https://orcid.org/0000-0002-1073-2112>

Teresa Zamalloa

Departamento de Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación de Bilbao, Universidad del País Vasco UPV/EHU, España
teresa.zamalloa@ehu.eus

 <https://orcid.org/0000-0001-8050-496X>

Recepción: 13 Enero 2022

Revisado: 13 Julio 2022

Aprobación: 19 Noviembre 2022

RESUMEN:

El currículo español vigente incluye las Ciencias de la Tierra en las Ciencias Sociales únicamente para la Educación Primaria. Dicha separación de las Ciencias de la Naturaleza no solo dificulta la secuenciación de contenidos geológicos a lo largo de los currículos preuniversitarios sino que también podría conllevar carencias respecto a la práctica científica escolar. En este estudio, de naturaleza predominantemente cualitativa, se presentan los resultados y conclusiones acerca de la presencia y diversidad de las prácticas de indagación, argumentación y modelización, así como de la comunicación, en los bloques relativos a las Ciencias de la Tierra del currículo estatal y del currículo del País Vasco. Además, se analizan también aquellos bloques relativos a una disciplina afín, la biología, con el fin de que el análisis sea comparativo; así como aquellos relativos a contenidos comunes. Los resultados revelan: i) que las Ciencias de la Tierra se apoyan casi exclusivamente en una modelización de complejidad baja, con apoyo de prácticas técnico-manipulativas; y ii) que la argumentación es débil, estando la indagación prácticamente ausente. Además, se comprueba que, de haberse situado las Ciencias de la Tierra en las Ciencias de la Naturaleza, los contenidos comunes a esta última, que son fundamentalmente ricos en indagación, habrían nutrido a las Ciencias de la Tierra en las necesarias prácticas científicas. Como consecuencia de ello, el alumnado de Educación Primaria podría no desarrollar en relación con las Ciencias de la Tierra lo planificado para el resto de las disciplinas de las ciencias naturales, así como adquirir una visión parcial de cómo se hace ciencia.

PALABRAS CLAVE: Geología, Prácticas científicas, Modelización, Ciencias de la naturaleza, Ciencias sociales, Análisis curricular.

ABSTRACT:

The current Spanish curriculum includes the Earth Sciences in the Social Sciences only for Primary Education. This separation of the Natural Sciences not only hinders the sequencing of geological contents throughout the pre-university curricula, but

could also lead to shortcomings with respect to school scientific practice. This study, predominantly of qualitative nature, presents the results and conclusions about the presence and diversity of the practices of inquiry, argumentation and modeling, as well as communication, in the blocks related to the Earth Sciences in the national curriculum and in the curriculum of the Basque Country. In addition, we analyze those blocks referring to a related discipline, the biology, in order to make the analysis comparative; as well as those referring to common contents. The results reveal: i) that the Earth Sciences rely almost exclusively on low complexity modeling supported by technical-manipulative practices; and ii) that argumentation is weak, with inquiry being practically absent. In addition, it is found that, if the Earth Sciences had been placed in the Natural Sciences, the contents common to the latter, which are fundamentally rich in inquiry, would have nourished the Earth Sciences in the necessary scientific practice. As a consequence, the students of Primary Education could not develop in relation to the Earth Sciences what was planned for the rest of the natural science disciplines, as well as acquire a partial vision of how science is done.

KEYWORDS: Geology, Scientific practices, Modelling, Natural sciences, Social sciences, Curricular analysis.

INTRODUCCIÓN

El sistema educativo español comprende varias etapas educativas: la Educación Infantil (hasta los 6 años y no obligatoria); la educación básica (10 años de escolaridad obligatoria repartidos en Educación Primaria (EP), la Educación Secundaria Obligatoria y ciclos formativos de grado básico); la educación secundaria superior (2 cursos a través de dos posibilidades, el Bachillerato y la Formación Profesional de Grado Medio); y la educación superior (estudios universitarios y Formación Profesional de Grado Superior). Entre los aspectos clave de dicho sistema educativo, cabe destacar la descentralización; esto es, la repartición de las competencias educativas entre la Administración general del Estado (Ministerio de Educación y Formación Profesional) y las Administraciones de las comunidades autónomas (Consejerías o Departamentos de Educación). Esto conlleva, entre otras cosas, que existan 17 currículos (correspondientes a las 17 comunidades autonómicas), los cuales derivan de un mismo currículo básico estatal. Dicho currículo es la norma que 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.

Recientemente, con objeto de adaptar el sistema educativo español a los futuros desafíos, y en consonancia con los objetivos establecidos por la Unión Europea y la UNESCO, se ha redactado la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. La implantación de las modificaciones introducidas comenzó en el curso 2020/21 y finalizará previsiblemente en el curso 2023/24. En cuanto al currículo de EP, este se rige actualmente por el Real Decreto 126/2014 del 28 de febrero, a la espera de un nuevo decreto. Los cambios futuros que se produzcan en dicho currículo (y sucesivamente en los currículos autonómicos) se deberían guiar no solo por los retos que nuestra sociedad debe afrontar, sino que también se deben sustentar en análisis críticos como, por ejemplo, consultas previas de borradores o investigaciones realizadas. En esta línea, diversos autores (Martínez-Peña *et al.*, 2015; Cortés y Martínez, 2017; Delgado y Calonge, 2018) han destacado la situación actual de las Ciencias de la Tierra (CT) en el currículo de EP -en las Ciencias Sociales- respecto a los currículos de etapas superiores -relacionada con las Ciencias de la Naturaleza-. En concreto, cabe destacar la propuesta de situar los contenidos de CT en la EP en las Ciencias de la Naturaleza realizada por una comisión formada por miembros de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, la Sociedad Geológica de España, el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos y la Conferencia Española de Decanos de Geología (Brusi *et al.*, 2017).

La problemática presentada surge como consecuencia de la reforma educativa del 2013 (LOMCE, Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa), cuando desaparece el área Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural y, en su lugar, surgen dos nuevas: Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales. Así, las disciplinas clásicas de las ciencias naturales (Geología, Biología, Física y Química) se reorganizan agrupando las 3 últimas en las Ciencias de la Naturaleza e introduciendo la Geología y el resto de CT en las Ciencias Sociales (en el bloque el mundo en que vivimos). Dicho cambio no se explica en los documentos oficiales y Martínez-Peña *et al.*, (2015) lo atribuyen a que se da un enfoque antrópico a

las CT en EP basado en la utilidad de los materiales. Sin embargo, esta problemática también podría tener raíces históricas. Mayer (1991) argumenta que ya en 1893, cuando se establecieron las bases del primer currículo de ciencias en EEUU, estaba integrado por cuatro materias: Biología, Física, Química y Geografía Física (en lugar de la Geología). Actualmente, en algunos países de América Latina y Europa (Reino Unido, República Checa o Eslovaquia), las CT se incluyen junto a la geografía en las Ciencias Sociales (UNESCO, 2019; Kubiatko *et al.*, 2012; Department for Education, 2013; Čipková *et al.*, 2020). Esto ha sido descrito como pérdida de identidad curricular (de las CT) en América Latina (UNESCO, 2019). Existen además otros argumentos en contra de aproximar las CT a las Ciencias Sociales. Primero, la geografía y las CT no deberían solaparse, porque la geografía se ocupa de la descripción del paisaje y las CT se dedican, utilizando métodos analíticos, a estudiar las causas de los procesos y de integrarlos en una comprensión global del planeta (Anguita, 1994); y segundo, la localización de las CT en las Ciencias Sociales va en contra de la propia naturaleza de las CT como ciencia experimental (Delgado y Calonge, 2018). Por otro lado, la inmersión de las CT en las Ciencias de la Naturaleza genera un hilo conductor epistemológico, pedagógico y didáctico que sirve de base para una progresión de aprendizajes de las CT a lo largo de las etapas educativas (UNESCO, 2019). Esto se refuerza con la propia definición de las CT: disciplina que estudia la estructura, morfología, evolución y dinámica del planeta Tierra, cuyo precedente más importante son las ciencias naturales (Acocella, 2015).

Análisis curriculares previos que abordan las CT en EP se centran principalmente en los contenidos conceptuales (Martínez-Peña *et al.*, 2015; Cortés y Martínez, 2017; Delgado y Calonge, 2018). Todos ellos coinciden en afirmar que la distribución curricular actual conlleva una menor presencia de las CT en cuanto a contenidos conceptuales. Concretamente, Delgado y Calonge (2018) valoran positivamente el reflejo de varias ideas clave para la alfabetización en CT descritas por Pedrinaci *et al.* (2013), y encuentran que la mayoría de los contenidos en CT son de tipo conceptual. En la misma línea, Cortés y Martínez (2017) describen los contenidos como un conjunto de etiquetas que, en algunos casos como los minerales, se encuentran en las Ciencias de la Naturaleza, y destacan la ausencia de los modelos científicos propios de la disciplina. En este sentido, ya alertaban Martínez-Peña *et al.* (2015) de que continuar con modelos de CT meramente descriptivos conlleva un aprendizaje memorístico.

En los citados estudios curriculares no se plantea el análisis curricular de las CT desde la perspectiva de las prácticas científicas. La separación curricular de las CT del resto de disciplinas naturales y su inclusión en las Ciencias Sociales podría conllevar carencias en la práctica científica escolar, a sumar a la ya mencionada problemática en contenidos conceptuales. Por ello, la finalidad del presente artículo es determinar la presencia y diversidad de las prácticas científicas que sugiere el currículo LOMCE de EP en las CT.

LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS

Cuando el alumnado realiza sus propias investigaciones, aunque no se trate de auténtica práctica científica, éste aprende ciencia haciendo ciencia (Kelly, 2008; National Research Council [NRC], 2012; Couso, 2014; Osborne, 2014; Ford, 2015; Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017; García-Carmona, 2021). Este enfoque basado en prácticas científicas emerge en Estados Unidos en la década pasada y podría reemplazar de alguna manera la enseñanza basada en la indagación (ver Pedaste *et al.*, 2015 para una revisión sobre la indagación; y García-Carmona, 2020 para un análisis comparativo entre ambas), que a su vez vino a sustituir el denominado método científico, en cuanto que éste no reflejaba el quehacer científico del momento (Ford, 2015). Existe cierto debate sobre si la nueva visión es realmente innovadora, y concluye García-Carmona (2020) que la propuesta de las prácticas científicas no difiere en gran medida de la indagación. Sin embargo, otros autores como Michaels *et al.* (2008) consideran que las prácticas científicas abarcan un enfoque más amplio que la indagación, clasificando ésta como una práctica científica entre otras.

En España la tendencia actual abarca 3 esferas: indagación, argumentación y modelización (Crujeiras-Pérez y Jiménez-Aleixandre, 2015; OECD, 2016; Crujeiras-Pérez y Jiménez-Aleixandre, 2018; Jiménez-Liso *et al.*, 2021), aunque sigue teniendo mucha influencia la propuesta del National Research Council (2012), donde se configuran diversas prácticas científicas alrededor también de 3 pilares (investigar, evaluar y desarrollar explicaciones). Es interesante que Jiménez-Aleixandre y Crujeiras (2017) relacionan ambos enfoques, asociando investigar con indagación; evaluar con argumentación; y desarrollar explicaciones con modelización. Existen en España nuevas aproximaciones como la indagación basada en la modelización (Hernández *et al.*, 2014), derivada de tendencias internacionales como las de Schwarz y Gwekwerere (2007) o Windschitl *et al.* (2008). En este caso, se trata de introducir la indagación en el desarrollo de los modelos, entendiendo que la ausencia de tareas de indagación (e.g., la experimentación) podría llevar a una práctica no auténtica (Hernández *et al.*, 2014). De hecho, se puede decir que las prácticas científicas no son independientes, sino que están necesariamente interrelacionadas (Bell *et al.*, 2012; Ford, 2015). Así, por ejemplo, construir y revisar modelos también implica el uso de pruebas para testarlos; y los argumentos científicos necesitan de la articulación de conocimiento teórico usando pruebas (Siegel, 1995; Jiménez Aleixandre, 2014).

En la práctica científica la comunicación tiene un papel fundamental. Existe el consenso de que para aprender ciencias se debe hablar de ciencias (Lemke, 1997; Sutton, 2003; Custodio *et al.*, 2015; García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018). La comunicación, vista como un factor no-epistémico que forma parte de las prácticas científicas por algunos (e.g., García-Carmona, 2021) y como asociada a la práctica epistémica por otros (e.g., Jimenez-Aleixandre, 2014), está presente en la indagación, argumentación y modelización (Sanmartí, 2003; Schwarz *et al.*, 2009; Jiménez-Aleixandre, 2010; Gilbert y Justi, 2016). A saber, un modelo puede expresarse de forma verbal, gestual, virtual, matemática, etc. (Gilbert y Justi, 2016).

Etapas iniciales de la educación como la EP no están ausentes de práctica científica. Existen ejemplos en la literatura que sustentan sus beneficios (así como sus limitaciones) tanto para la indagación (Pedaste *et al.*, 2015; Parrilla Maldonado *et al.*, 2017; Aguilera *et al.*, 2018; Kruit *et al.*, 2018) como para la argumentación (Lazarou *et al.*, 2016; Crujeiras-Pérez *et al.*, 2020) y la modelización (Pujol-Vilallonga *et al.*, 2006; Acher *et al.*, 2007; Gómez Galindo *et al.*, 2007).

MÉTODO

La investigación realizada tiene un carácter esencialmente cualitativo, realizándose un análisis de contenido, de tipo descriptivo e interpretativo, sobre la forma en cómo las prácticas científicas escolares se incorporan y reflejan en el currículo LOMCE de EP, específicamente en lo referente a las CT. Concretamente, se ha transformado el contenido literal y manifiesto del currículo en contenido con significado y latente (Schilling, 2006), creando un sistema formado por códigos y categorías que se detalla a continuación. El análisis se complementa con estadística de tipo descriptiva.

Teniendo en cuenta que el currículo estatal (Real Decreto 126/2014, BOE, núm. 52) se explicita detalladamente en currículos autonómicos, se ha trabajado, además de con el propio currículo estatal, con el currículo autonómico de EP del País Vasco (Decreto 236/2015, BOPV 2016 núm. 9).

Elección del contenido del currículo autonómico a analizar en base al objetivo planteado

En primer lugar, se ha elegido la Segunda parte: planteamiento específico del currículo de la EP en el documento denominado Currículo de carácter orientador que completa el Anexo II del currículo vasco de EP, porque es donde se detallan, entre otros, los objetivos, contenidos y criterios de evaluación de todas las áreas. Entre los bloques en los que se subdivide las Ciencias Sociales (contenidos comunes; el mundo en

que vivimos; vivir en sociedad y las huellas del tiempo), se ha seleccionado aquel texto correspondiente a las CT: bloque el mundo en que vivimos (tabla 1). Con la finalidad de describir comparativamente las prácticas encontradas en las CT, se añade al estudio el texto correspondiente a una disciplina afín, la biología. En este caso, entre los bloques que definen el área de las ciencias de la naturaleza (contenidos comunes; el ser humano y la salud; los seres vivos; materia y energía y la tecnología, objetos y máquina) se ha seleccionado el bloque los seres vivos y el bloque el ser humano y la salud. Nótese que en Educación Secundaria Obligatoria la asignatura troncal Biología y Geología aúna ambas disciplinas.

TABLA 1

Organización de contenidos, criterios de evaluación e indicadores de logro analizados en el currículo de EP del País Vasco (Decreto 236/2015, BOPV 2016 núm. 9).

<i>Temática</i>	<i>Ciencias de la tierra</i>	<i>Los seres vivos</i>	<i>El ser humano y salud</i>
Competencia (área)	Social y cívica (Ciencias Sociales)	Científica (Ciencias de la Naturaleza)	
Contenidos del 1º ciclo (1º, 2º y 3º de EP)	Bloque 1A: contenidos relacionados con las competencias básicas transversales comunes a todas las áreas y materias		
	Bloque 1B: contenidos comunes a todos los bloques de esta área (Ciencias Sociales)	Bloque 1B: contenidos comunes a todos los bloques de esta área (Ciencias de la Naturaleza)	
	Bloque 2: el mundo en el que vivimos y su conservación *1	Bloque 3: los seres vivos	Bloque 2: el ser humano y la salud
Contenidos del 2º ciclo (4º, 5º y 6º de EP)	Bloque 1A: contenidos relacionados con las competencias básicas transversales comunes a todas las áreas y materias *2		
	Bloque 1B: contenidos comunes a todos los bloques de esta área (Ciencias Sociales) *3	Bloque 1B: contenidos comunes a todos los bloques de esta área (Ciencias de la Naturaleza) *3	
	Bloque 2: el mundo en el que vivimos y su conservación *1	Bloque 3: los seres vivos	Bloque 2: el ser humano y la salud
Concreción de los contenidos específicos del currículo vasco *4	Bloque 2: el mundo en el que vivimos y su conservación *1	Bloque 3: los seres vivos *4	Bloque 2: el ser humano y la salud *4
Criterios de evaluación e índices de logro del 1º ciclo	Bloques 1 y 2 *1	Aquellos que puedan mostrar relación con los seres vivos y el ser humano y la salud	
Criterios de evaluación e índices de logro del 2º ciclo	Bloques 1 y 2 *1	Aquellos que puedan mostrar relación con los seres vivos y el ser humano y la salud *5	

*1: No se han analizado los bloques 3 (*vivir en sociedad*) y 4 (*las huellas del tiempo*) por no tener relación con las CT.

*2: No existe progresión respecto al 1º ciclo, es decir, se trata de los mismos contenidos que en el bloque 1A del 1º ciclo, por lo que las operaciones se han contabilizado una única vez.

*3: No existe progresión respecto al 1er ciclo, es decir, se trata de los mismos contenidos que en el bloque 1B del 1º ciclo, por lo que las operaciones se han contabilizado una única vez.

*4: No se ha encontrado ninguna operación de las consideradas, por lo que se han omitido de resultados.

*5: Los criterios de evaluación 1 a 5 del 2º ciclo (incluyendo los índices de logro) son idénticos a los del 1º ciclo, por lo que las operaciones encontradas en dicho texto sólo han sido contabilizadas una única vez.

Creación de un sistema de códigos y categorías

Se han creado códigos, que hemos denominado operaciones (tabla 2), clasificados a partir de las acciones encontradas en el texto; por ejemplo, el indicador de logro “Observa de forma directa [...] las partes del cuerpo humano” (p. 188) se ha incluido en la operación observar. Se ha considerado que una operación está presente cuando aparece en el currículo de manera clara y explícita. Posteriormente, las operaciones se han organizado en las siguientes categorías: indagación, argumentación, modelización, comunicación y prácticas técnico-manipulativas. La base para ello ha sido un sistema preliminar derivado de la teoría e investigaciones previas. En concreto, hemos considerado como indagación: plantear cuestiones científicas y resolverlas diseñando estudios y experimentos (Pedaste *et al.*, 2015); como argumentación: evaluar enunciados científicos a la luz de las pruebas disponibles (Jiménez-Aleixandre, 2010); como modelización: construir, usar, revisar y evaluar modelos (Gilbert y Justi, 2016); y como comunicación: leer, hablar, representar y escribir ciencia, entre otras actividades (Osborne, 2014). Adicionalmente, se han incluido determinadas prácticas no epistémicas asociadas al quehacer científico en el aula que hemos denominado prácticas técnico-manipulativas; se trata de habilidades técnicas y procedimentales como: usar instrumentos y aparatos, medir, hacer un gráfico, manejar planos y mapas, realizar operaciones estadísticas, usar tecnología informática, etc. (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 1998; Couso, 2015). Dicho sistema preliminar se ha testeado y redefinido (creando códigos nuevos en base a la bibliografía citada) al confrontarlo con el texto del currículo (Elliot, 2018). Para mejorar la fiabilidad de las categorías, cada autora ha codificado y categorizado las operaciones del currículo de manera individual (tabla 2) para después acordar en equipo las finales (Elliot, 2018).

TABLA 2
 Operaciones en las categorías de indagación, argumentación, modelización, comunicación y prácticas técnico-manipulativas.

<i>Indagación</i>	Identificar problemas, plantear interrogantes Planificar, realizar proyectos Investigar, resolver interrogantes Tratamiento de la información: buscar, seleccionar, organizar, ... Observar Explorar Experimentar Realizar trabajos de campo Recoger, registrar datos Analizar datos Evaluar lo planificado y reflexionar
<i>Argumentación</i>	Argumentar (justificar, discutir, razonar) Evaluar idoneidad de la información Elaborar conclusiones Diferenciar, clasificar, establecer relaciones Valorar críticamente Tomar decisiones y actuar responsablemente
<i>Modelización</i>	Identificar Describir Explicar o representar Formular hipótesis o predicciones Usar el modelo Crear ideas
<i>Comunicación</i>	Comunicar oralmente o mediante una presentación Presentar resultados, conclusiones o informes Utilizar vocabulario del área Utilizar o leer el lenguaje textual y gráfico
<i>Prácticas técnico-manipulativas</i>	Conocer o usar instrumentos y material de laboratorio Utilizar guías de identificación y clasificación Utilizar herramientas digitales Manejar mapas, planos, fotografías aéreas etc... Utilizar brújula o GPS Medir

Cálculo de frecuencias y riqueza de operaciones

Las operaciones en las CT se analizan en cuanto a cantidad y diversidad (Elliot, 2018), y siempre comparativamente con la biología. Así, se han calculado las frecuencias absolutas de las operaciones (f) en los apartados analizados (tabla 1) con el fin de comparar en términos absolutos el número de veces que una operación está presente en las CT con la biología. La suma de las frecuencias absolutas en cada categoría constituye el número total de operaciones en dicha categoría (N). También se ha calculado la riqueza de operaciones relativa (S) para cada categoría con el fin de comparar la diversidad de operaciones entre categorías dentro una misma disciplina (CT o biología). Debido a que el número de operaciones posible en cada categoría varía (de 4 a 11 según la categoría), se ha relativizado la riqueza dividiendo el número de operaciones diferentes observadas en cada categoría por el número de operaciones posible en dicha categoría.

Comparación con el currículo estatal

Los resultados obtenidos se han comparado con el texto análogo respecto a las CT en el currículo básico de EP a nivel estatal (Real Decreto 126/2014, BOE, núm. 52): el bloque 1, correspondiente a los contenidos comunes a las Ciencias Sociales; y el bloque 2, correspondiente a los contenidos específicos en CT denominado el mundo en que vivimos. Ambos bloques están localizados en la asignatura troncal denominada Ciencias Sociales del Anexo I. El análisis se ha realizado manteniendo los códigos y categorías creadas anteriormente, y se han calculado las frecuencias absolutas y riquezas relativas de operaciones de la misma manera.

Profundización en el análisis de la modelización

La práctica de la modelización se ha analizado en mayor profundidad debido a su relevancia en el texto correspondiente a las CT en ambos currículos. Concretamente, las operaciones halladas en los textos se han clasificado en 4 niveles de complejidad para la tarea de modelar siguiendo a Justi y Gilbert (2002): (i) aprender modelos propuestos/ya existentes; (ii) usar modelos; (iii) revisar modelos; y (iv) reconstruir modelos o construir modelos nuevos (en orden de menor a mayor complejidad). Dicho análisis se ha realizado en los siguientes apartados: contenidos específicos en CT; criterios de evaluación específicos para las CT (incluyendo índices de logro/estándares de evaluación); contenidos comunes; y criterios de evaluación comunes (incluye índices de logro/estándares de evaluación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis comparativo en el currículo vasco de EP: la pérdida de la indagación en las CT

A continuación, se muestran los resultados de la comparativa entre las prácticas científicas incluidas en las CT (bloque el mundo en que vivimos) con las incluidas en la biología (bloque seres vivos y bloque ser humano y salud), referentes al currículo vasco. Los datos de los que derivan las figuras incluidas en el texto se hallan disponibles en <https://ehubox.ehu.eus/s/SSQb6XLmJXPrjSc>.

En lo que se refiere a los contenidos relativos a las CT, estos se basan exclusivamente en la modelización, con apoyo de las prácticas técnico-manipulativas (por ejemplo, el uso de la brújula y el GPS), tanto en diversidad (figura 1a) como en frecuencia de operaciones (figura 1b). En otras palabras, prácticamente se omiten la indagación, argumentación y comunicación. Comparativamente, la biología les confiere una relevancia considerablemente mayor a estas últimas (figuras 1a y 1b; algunos ejemplos son: la observación de seres vivos y la realización de trabajos de campo respecto a la indagación; la toma de decisiones para el cuidado del propio cuerpo respecto a la argumentación; y la comunicación oral), creando así un mayor equilibrio entre las prácticas de modelización, indagación y argumentación.

Siguiendo con los criterios de evaluación, en las CT la modelización sigue siendo la práctica fundamental, tanto en diversidad (figura 1c) como en cantidad (frecuencia) de operaciones (figura 1d; por ejemplo, “explicar cómo es y de qué forma se originó el Universo, localizando al planeta Tierra y a la Luna en el Sistema Solar y explicando sus características, movimientos y consecuencias”, p. 215); apoyada por las prácticas técnico-manipulativas también en diversidad de operaciones (figura 1c; relacionadas, por ejemplo, con la realización de mapas y planos). Cabe destacar que, aunque las prácticas de indagación, argumentación y comunicación adquieran mayor relevancia en la evaluación del alumnado (por ejemplo, en indagación: observar rocas; en argumentación: razonar las consecuencias de no cuidar la atmósfera; en comunicación:

utilizar diferentes fuentes, medios y soportes informáticos para comunicar el trabajo realizado) que en los contenidos, en diversidad sigue siendo menor que la conferida por la biología (figuras 1b y 1d).

En resumen, los resultados revelan que las CT se centran en la modelización apoyada en prácticas técnico-manipulativas; con una indagación, argumentación y comunicación débiles en comparación con la biología.

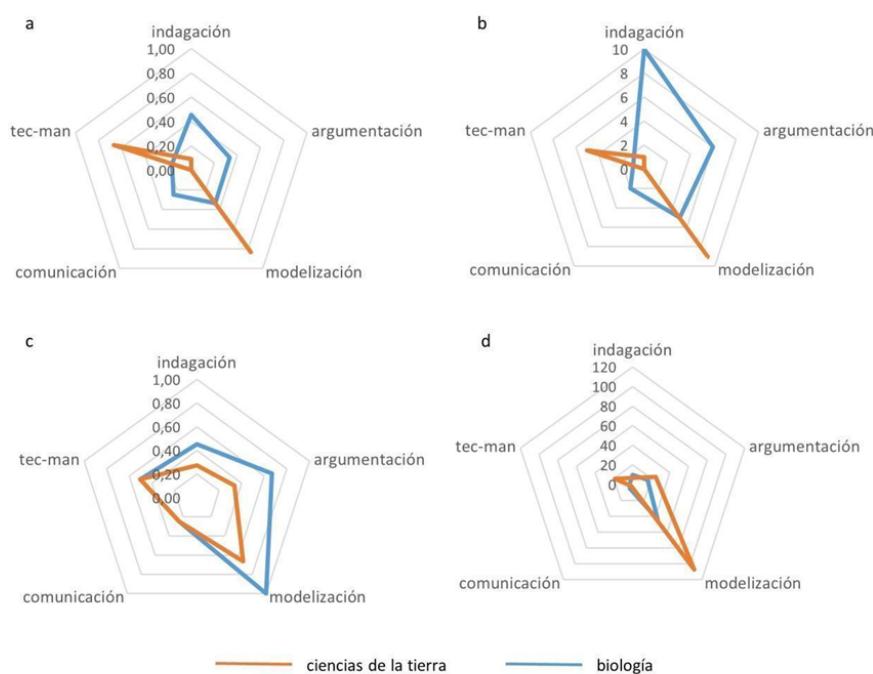


FIGURA 1

Gráficos radiales de la comparativa entre CT (naranja) y biología (azul) para las prácticas de indagación, argumentación, modelización y comunicación, así como prácticas técnico-manipulativas (cada radio corresponde a una de dichas prácticas) en el currículo vasco de EP.

1a: diversidad de operaciones en contenidos calculada como riqueza relativa; 1b: frecuencia absoluta de operaciones en contenidos; 1c: diversidad de operaciones en criterios de evaluación calculada como riqueza relativa; 1d: frecuencia absoluta de operaciones en criterios de evaluación.

Además, la ausencia de operaciones de indagación, argumentación y comunicación en el bloque específico de las CT no se compensa con los contenidos y criterios de evaluación comunes del currículo. Los contenidos y criterios de evaluación comunes a las Ciencias Sociales aportan a las CT la práctica de la comunicación - sólo en cuanto a diversidad (figura 2a), no en frecuencia (figura 2b)-. Por ejemplo, “utilización y lectura de diferentes lenguajes textuales y gráficos” (p. 199). Tampoco los contenidos y criterios de evaluación comunes a todas las áreas del currículo cubren esas necesidades (figuras 2a y 2b); tan solo la argumentación (por ejemplo, a través de las operaciones argumentar y justificar) se ve parcialmente respaldada -sólo en cuanto a diversidad; no en frecuencias.

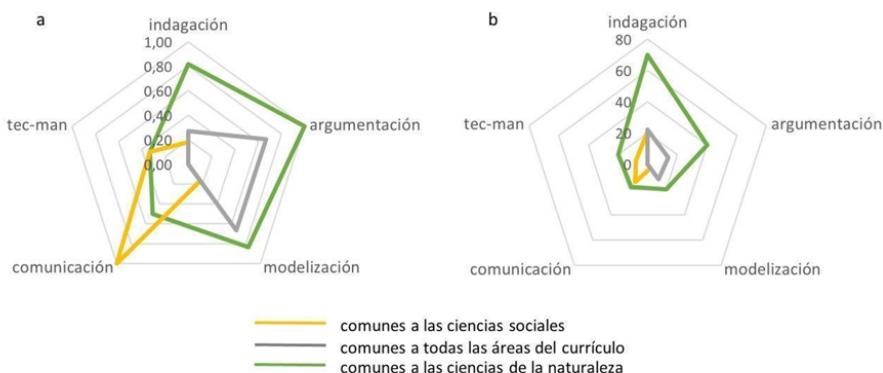


FIGURA 2

Gráficos radiales de la comparativa entre bloques comunes para las prácticas de indagación, argumentación, modelización y comunicación, así como prácticas técnico-manipulativas (cada radio corresponde a una de dichas prácticas) en el currículo de EP del País Vasco. 2a: diversidad de operaciones en los contenidos y criterios de evaluación calculada como riqueza relativa; 2b: frecuencia absoluta de operaciones en contenidos y criterios de evaluación.

En definitiva, consideramos que las CT se apoyan principalmente en la modelización y las prácticas técnico-manipulativas; con el sustento transversal de la comunicación gracias a los elementos comunes en las Ciencias Sociales; y una débil argumentación contemplada en los elementos comunes a todas las áreas del currículo.

Sin embargo, esto no es suficiente puesto que, aunque es cierto que los modelos en las CT, como los de tierra-sol-luna, ocupan un lugar importante en EP, la modelización se basa en la construcción, uso y revisión de modelos (Barab *et al.*, 2000; Gray *et al.*, 2011; Márquez y Artés, 2016; Fernández, 2019) y, para ello, se ha de nutrir de operaciones propias de indagación y argumentación, lo cual se debería reflejar también en el aula (Ault, 1998; Oh, 2010; Apedoe, 2008). En este caso, observamos que el currículo prácticamente excluye la indagación. Entre las pocas prácticas de indagación halladas sólo una sugiere el realizar una investigación: “[...] realiza una sencilla investigación sobre los principales tipos de contaminación atmosférica” (p. 210). Y el resto de operaciones son de complejidad baja (observar y analizar) y vienen a completar la tarea de modelar.

En el caso de que las CT hubieran estado incluidas en las Ciencias de la Naturaleza en lugar de las Ciencias Sociales, se habría reforzado la indagación y argumentación. Como se puede observar en la figura 2, las prácticas científicas en los elementos comunes a las Ciencias de la Naturaleza se caracterizan por una diversidad y frecuencia de operaciones considerablemente mayores que en las Ciencias Sociales. Por ejemplo, en los criterios de evaluación comunes a las Ciencias de la Naturaleza se recoge: “Realizar con ayuda de un guión, investigaciones y prácticas de laboratorio o de campo aplicando la metodología científica, valorando su ejecución e interpretando sus resultados” (p. 187); mientras que, en los criterios de evaluación de las Ciencias Sociales se recogen “trabajos y presentaciones a nivel individual y grupal ... de carácter social, geográfico o histórico... (p. 214). Esto es lo esperable, ya que las prácticas de indagación, argumentación y modelización son más propias de la competencia científica que de la competencia social. Consecuentemente, unas CT englobadas en las Ciencias de la Naturaleza podrían haberse valido transversalmente de la indagación y argumentación de las que carecen.

Análisis de la complejidad en la modelización en el currículo vasco: la ausencia de construir, usar y revisar modelos en las ciencias de la tierra

Respecto a la complejidad en la modelización relativa a las CT propuesta en el currículo vasco, se observa que la mayor parte de las operaciones son de nivel básico; concretamente, siguiendo los niveles de complejidad sugeridos por Justi y Gilbert (2002), las operaciones de modelización en CT se basan casi exclusivamente en aprender modelos propuestos o existentes (figura 3). Según el currículo, el alumnado explica y representa los modelos aprendidos, identificando y describiendo elementos, características, etc. Describir e identificar, según Martin *et al.* (2005), son tareas simples. Así por ejemplo, el currículo sugiere identificar los astros del sistema solar. Cabe mencionar que encontramos un único ejemplo en el que para explicar se solicitan observaciones o evidencias: “Observa, identifica, y explica la composición de las rocas nombrando algunos de sus tipos” (p. 216).

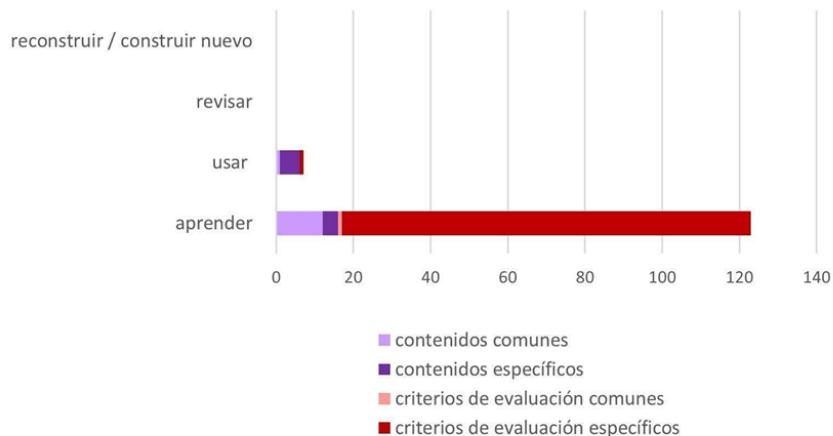


FIGURA 3

Número de operaciones según niveles de complejidad en la tarea de modelar, en contenidos comunes, criterios de evaluación comunes, contenidos específicos en las CT y criterios de evaluación específicos en las CT. Nótese que los comunes incluyen los comunes para todas las áreas del currículo y los comunes a las Ciencias Sociales. En el eje de abscisas se han representado el número de operaciones y en el eje de ordenadas, el nivel de complejidad.

Sin embargo, entendemos que el alumnado debería desarrollar las capacidades necesarias no solo para aprender y trabajar con modelos ya existentes, sino también para construir nuevos modelos (Windschitl *et al.*, 2008). Así, una participación gradual en las prácticas de modelización puede empezar en EI, donde la construcción de modelos fomenta la capacidad de organizar y promover las ideas, así como la de debatir y alcanzar consenso sobre las mismas, mientras buscan dar sentido a los fenómenos (Acher, 2014; De Alba-Villaseñor y Ramos de Robles, 2020). En EP, diferentes estudios plantean que la construcción de modelos implica un proceso dinámico y participativo que propicia situaciones para cuestionar modelos, identificar estructuras, interacciones, causas y variables e interpretar cambios (Pujol-Vilallonga *et al.*, 2006; Acher *et al.*, 2007; Gómez Galindo *et al.*, 2007). Además, la construcción de modelos ayuda a la visualización (Gilbert, 2005), que es una de las dificultades fundamentales en la enseñanza de las CT (e.g., Gallegos [1999] hace alusión a las dificultades para visualizar estructuras geológicas y escalas espaciales y temporales, asociándolo a la edad y estado madurativo del alumnado).

Las CT en el currículo estatal: mismo patrón que el currículo vasco

El currículo estatal sigue la misma estrategia que el vasco en cuanto a las prácticas científicas en las CT (figura 4). Concretamente, la modelización con apoyo de las prácticas técnico-manipulativas es la base casi exclusiva del currículo estatal, tanto en diversidad de operaciones para contenidos (figura 4a) y criterios de evaluación (figura 4b) como en frecuencia absoluta de operaciones para contenidos (figura 4c) y criterios de evaluación (figura 4d). Referido al ejemplo usado anteriormente del currículo vasco (“explicar cómo es y de qué forma se originó el Universo, localizando al planeta Tierra y a la Luna en el Sistema Solar y explicando sus características, movimientos y consecuencias”), observamos que en el estatal las operaciones son prácticamente las mismas pero fragmentadas en 3 criterios de evaluación:

1. Explicar cómo es y de qué forma se originó el Universo y sus principales componentes.
2. Describir las características principales del Sistema solar identificando diferentes tipos de astros y sus características.
3. Localizar al planeta Tierra y a la luna en el Sistema Solar explicando sus características, movimientos y consecuencias. (p. 23)

La argumentación destaca en diversidad de operaciones en criterios de evaluación; sin embargo, se observa que se trata de operaciones de complejidad baja como diferenciar, clasificar y establecer relaciones.

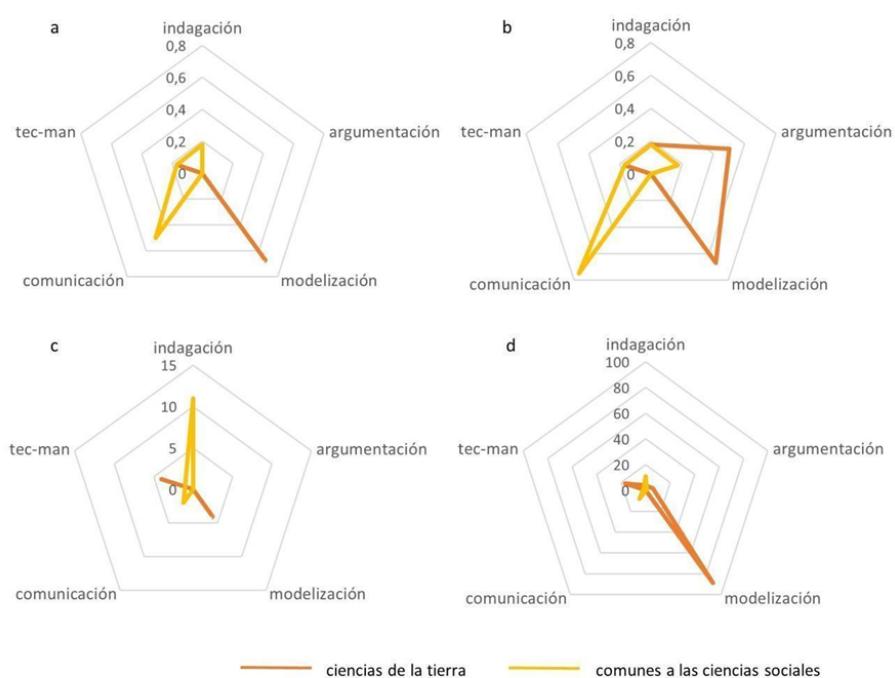


FIGURA 4

Gráficos radiales de la comparativa entre CT (naranja) y bloques comunes a las Ciencias Sociales (amarillo) para las prácticas de indagación, argumentación, modelización y comunicación, así como prácticas técnico-manipulativas (cada radio corresponde a una de dichas prácticas) en el currículo estatal. 4a: diversidad de operaciones en contenidos calculada como riqueza relativa; 4b: diversidad de operaciones en criterios de evaluación calculada como riqueza relativa; 4c: frecuencia absoluta de operaciones en contenidos; 4d: frecuencia absoluta de operaciones en criterios de evaluación.

En cuanto a los complementos que le aportan a las CT los elementos comunes a las Ciencias Sociales, estos están relacionados principalmente con la comunicación (figura 4). A pesar de que en los contenidos resalta la indagación (figura 4c), las operaciones planteadas son sólo dos: tratamiento de la información y planificar

y realizar proyectos, sin detallar en este último caso que se trate de proyectos de investigación. Por lo tanto, podemos afirmar que no parece una indagación propia de las Ciencias de la Naturaleza como tal y, una vez más, se deja en manos del profesorado el conferir a la operación planificar y realizar proyectos la perspectiva en indagación.

En definitiva, tanto el currículo estatal como el vasco sugieren casi exclusivamente la práctica de la modelización para el aprendizaje de las CT. En ninguno de los casos aportan los elementos comunes la suficiente indagación y argumentación.

Finalmente, al igual que el vasco, el currículo estatal, en la descripción de la asignatura Ciencias de la Naturaleza, se aboga por la indagación, por lo que las CT podrían haber suplido sus carencias en indagación de haberse situado en las Ciencias de la Naturaleza:

A través del área de ciencias de la naturaleza los alumnos y alumnas se inician en el desarrollo de las principales estrategias de la metodología científica, tales como la capacidad de formular preguntas, identificar el problema, formular hipótesis, planificar y realizar actividades, observar, recoger y organizar la información relevante, sistematizar y analizar los resultados, sacar conclusiones y comunicarlas, trabajando de forma cooperativa y haciendo uso de forma adecuada de los materiales y herramientas. El área incluye conceptos, procedimientos y actitudes que ayuden a los alumnos y alumnas a interpretar la realidad para poder abordar la solución a los diferentes problemas que en ella se plantean, así como a explicar y predecir fenómenos naturales y a afrontar la necesidad de desarrollar actitudes críticas ante las consecuencias que resultan de los avances científicos. (p. 17).

CONSIDERACIONES FINALES E IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

Como consecuencia de dos factores, la localización de las CT en las Ciencias Sociales (en lugar de las Ciencias de la Naturaleza) junto con la ausencia de indagación en los contenidos y criterios de evaluación específicos de las CT (añadido a una argumentación débil), se produce una desnaturalización de las CT tanto a nivel de País Vasco como a nivel estatal. Como se ha observado en los currículos analizados, las CT se basan mayormente en la modelización con apoyo de las prácticas técnico-manipulativas. Todo ello implica que el alumnado de EP podría adquirir una visión parcial de cómo se hace ciencia, que incluya únicamente aquellas prácticas sugeridas para la biología, la física y la química. Asimismo, el alumnado podría no desarrollar en relación con las CT lo planificado para el resto de las ciencias.

Además, con el currículo actual queda en manos del profesorado de EP el trabajar las CT desde la perspectiva de la indagación y la argumentación (además de la modelización). Cabe también mencionar la problemática para el profesorado universitario del grado de EP, que debe decidir si adecuarse a la distribución atípica del currículo y trabajar las CT desde la didáctica de las Ciencias Sociales, con un profesorado no formado en ello; u optar por trabajarlas desde la didáctica de las Ciencias de la Naturaleza.

Por otra parte, tendría sentido integrar las CT y la geografía para una visión de conjunto en etapas básicas como EP debido a que ambas tratan elementos geológicos. Pero, obsérvese que, cuando realizamos una explicación meramente descriptiva, perdemos la perspectiva del proceso generador; por ejemplo, al clasificar las rocas de manera descriptiva, nos centramos únicamente en las características morfológicas de las rocas y obviamos el origen de las mismas, es decir, su proceso de formación. Y como ya señalaba Pedrinaci (2002), los productos deberían trabajarse junto a los procesos. Por tanto, consideramos que una visión de conjunto de las CT y la geografía no justifica la ausencia de indagación.

Tal y como muestran los datos analizados, en un futuro currículo el simple traspaso del bloque relativo a las CT desde las Ciencias Sociales a las Ciencias de la Naturaleza implicaría la acogida de los contenidos comunes a estas últimas, que son precisamente ricos en indagación. Ello, en el caso de que se abogue por una enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la tierra a través de la práctica científica. Tampoco hay que olvidar la problemática relativa a los contenidos conceptuales abordada anteriormente, a la cual debiera darse solución también (Cortés y Martínez, 2020). Si es cierto que el currículo se guía por el debate crítico

en sociedad (cambio climático, desastres naturales, vacunas, nuevos materiales, etc.) y en la comunidad de expertos (didáctica de las CT), entonces cabe esperar algún cambio en dicha dirección.

Asimismo, debería confrontarse el futuro currículo con el analizado en el presente estudio, estableciéndose un diálogo reflexivo sobre los cambios efectuados (si los hubiere) y dando también voz al profesorado de EP; es decir, estableciéndose dicho diálogo entre lo investigado, el profesorado y las conclusiones del estudio.

LEGISLACIÓN EDUCATIVA ANALIZADA

Curriculum nacional: Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículum básico de Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, núm. 52, de 1 de marzo de 2014, pp 19349-19420. Disponible en línea: <<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-2222>>

Curriculum de la Comunidad Autónoma del País Vasco: Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, del Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura, por el que se establece el currículum de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Boletín Oficial del País Vasco, núm. 9, de 15 de enero de 2016. Disponible en línea: <<https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/2016/01/1600141a.shtml>>

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha efectuado en el marco del grupo de investigación de la UPV/EHU GIU19/008.

REFERENCIAS

- Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *TED*, 36, 63-76.
- Acher, A., Arcà, M. y Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, 9, 3, 398-418. <https://doi.org/10.1002/sce.20196>.
- Aguilera, D., Martín-Páez, T. y Valdivia-Rodríguez, V. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española: Inquiry-based Science Education. A systematic review of Spanish production. *Revista de Educación*, 381, 259-284. 10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388.
- Anguita, F. (1994). Geología, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Naturaleza: paisaje de un aprendizaje global. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 1, 15-21. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/2132>.
- Apedoe, X. S. (2008). Engaging students in inquiry: tales from an undergraduate geology laboratory-based course. *Science Education*, 92, 631-663. <https://doi.org/10.1002/sce.20254>.
- Acocella, V. (2015). Grand challenges in Earth science: research toward a sustainable environment. *Frontiers in Earth Science*, 3, 1-5. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/feart.2015.00068>
- Ault, C. R. (1998). Criteria of excellence for geological inquiry: The necessity of ambiguity. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 189-212. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199802\)35:2<189::AID-TEA8>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199802)35:2<189::AID-TEA8>3.0.CO;2-O).
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M. y Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 7, 719-756. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200009\)37:7<719::AID-TEA6>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200009)37:7<719::AID-TEA6>3.0.CO;2-V).
- Bell, P., Bricker, L. A., Tzou, C., Lee, T. R. y Horne, K. C. (2012). Exploring the science framework: engaging learners in scientific practices related to obtaining, evaluating, and communicating information. *The Science Teacher*, 79, 31.
- Brusi i Belmonte, D., Alonso Zarza, A.M., Ortega Menor, L. y Regueiro, M. (2017). La situación crítica de la Geología en el Bachillerato. La presencia e implementación de los contenidos geológicos en el sistema educativo español. *Tierra y tecnología: revista de información geológica*, 50, 1131-5016.

- Cipková, E., Karolčík, Š. y Scholzová, L. (2020). Are secondary school graduates prepared for the studies of natural sciences? – Evaluation and analysis of the result of scientific literacy levels achieved by secondary school graduates. *Research in Science & Technological Education*, 38, 2, 146-167. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1599846>
- 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), 285-285. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/330133>
- Cortés, A. L. y Martínez, M. B. (2020). Los retos del currículo de geología. *Alambique, Didáctica de las ciencias experimentales*, 100, 41-48.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En M. A. Héras, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba y R. Jiménez (coords), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (pp. 1-28). Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva.
- Couso, D. (2015). La clau de tot plegat: la importància de "què" ensenyar a l'aula de ciències. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 29, 29-36. <https://www.raco.cat/index.php/Ciencies/article/view/292625>.
- Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gámez, C., Díaz-Moreno, N. y Fernández-Oliveras, A. (2020). Trabajar la argumentación a través de un juego de rol: ¿debemos instalar el cementerio nuclear?. *Enseñanza de las Ciencias*, 38, 125-14. h <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2888>
- Crujeiras-Pérez, B. y Jimenez-Aleixandre, M. P. (2015). Análisis de la competencia científica de alumnado de secundaria: respuestas y justificaciones a ítems de PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12, 3, 385-401. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.01 <http://reuredc.uca.es>
- Crujeiras-Pérez, B. y Jimenez-Aleixandre, M. P. (2018). Influencia de distintas estrategias de andamiaje para promover la participación del alumnado de secundaria en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 36, 2, 23-42. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2241>
- Custodio-Fitó, E., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2015). Aprender a justificar científicamente a partir del estudio del origen de los seres vivos. *Enseñanza de las ciencias*, 33, 2, 133-155. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1316>
- De Alba-Villaseñor, V. y Ramos de Robles, S. L. (2020). Modelización científica escolar para explorar el sistema circulatorio en Educación Infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, 38, 1, 105-12. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2765>
- Delgado, J. y Calonge, A. (2018). Estudio de la presencia de la Geología en currículos oficiales autonómicos de Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 26, 2, 154-162. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/338581>.
- Department for Education (2013). The Statutory Programmes of Study and Attainment Targets for Geography at Key Stages 1 to 3. <https://www.gov.uk/government/publications/nationalcurriculum-in-england-geography-programmes-of-study>.
- Elliot, V. (2018). Thinking about the coding process in qualitative data analysis. *The Qualitative Report*, 23, 11, 2850-2861. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2018.3560>
- Fernández, C. (2019). Poniendo las placas tectónicas en movimiento: ejercicios sencillos de cinemática de placas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 29, 3, 323-333. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/372915>.
- Ford, M. J. (2015). Educational implications of choosing “practice” to describe science in the next generation science standards. *Science Education*, 99, 6, 1041-1048. <https://doi.org/10.1002/sce.21188>
- 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. y Acevedo-Díaz, J. A. (2018). The nature of scientific practice and science education. *Science Education*, 27, 435-455. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9984-9>

- García-Carmona, A. (2020). From inquiry-based science education to the approach based on scientific practices. *Science Education*, 29, 443-463. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8>
- García-Carmona, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18, 1, 1108. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1108
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. En: J. K. Gilbert (coord), *Visualization in science education. Models and modeling in science education* (pp. 9-27). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2_2
- Gilbert, J. K. y Justi, R. (2016). Models of modelling. En J. K. Gilbert (coord), *Modelling-based Teaching in Science Education. Models and Modeling in Science Education* (9, pp. 17-40). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3_2
- Gómez-Galindo, A. A., Sanmartí, N. y Pujol, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25, 3, 325-340. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/87930>
- Gray, K. R., Owens, K. D., Steer, D. N., McConnell, D. A. y Knight, C. C. (2011). An exploratory study using hands-on physical models in a large introductory, earth science classroom: student attitudes and lessons learned. *Electronic Journal of Science Education*, 12, 2, 1-23. <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7391/6904>
- Hernández, M. I., Couso, D. y Pintó, R. (2014). Analyzing students' learning progressions throughout a teaching sequence on acoustic properties of materials with a model-based inquiry approach. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 2, 356-377. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9503-y>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Diaz de Bustamante, J. y Duschl, R. A. (1998). Scientific culture and school culture: epistemic and procedural components. National Association for Research in Science Teaching (NARST) Annual Meeting, San Diego, California, 19 abril. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED418850.pdf>
- Jiménez-Aleixandre, M. (2010). 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2014). Determinism and underdetermination in genetics: implications for students' engagement in argumentation and epistemic practices. *Science and Education*, 23, 465-484. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9561-6>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and Scientific practices in Science Education. En: K. S. Taber y B. Akpan (coord), *Science Education-an International Course Companion* (pp. 69-80). Sense Publishers.
- Jiménez-Liso, M. R., Delgado, L., Castillo-Hernández, F. J. y Baños, I. (2021). Contexto, indagación y modelización para movilizar explicaciones del alumnado de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 39, 1, 5-25. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3032>
- Justi, R. y Gilbert, J. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modeling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24, 12, 1273-1292. <https://doi.org/10.1080/095006902101631982017>
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. En: R. Duschl y R. Grandy (coords), *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation* (pp. 99-117). Sense Publishers.
- Kruit, P. M., Oostdam, R. J., Van den Berg, E. y Schuitema, J. A. (2018). Effects of explicit instruction on the acquisition of students' science inquiry skills in grades 5 and 6 of primary education. *International Journal of Science Education*, 40, 4, 421-441. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1428777>
- Kubiakko, M., Janko, T. y Mrazkova, K. (2012). The influence of gender, grade level and favourite subject on Czech lower secondary school pupils' perception of geography. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 21, 2, 109-122. <https://doi.org/doi:10.1080/10382046.2012.672675>.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Lazarou, D., Sutherland, R. y Erduran, S. (2016). Argumentation in science education as a systemic activity: An activity-theoretical perspective. *International Journal of Educational Research*, 79, 150-166. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.07.008>

- Martin, D. J., Jean-Sigur, R. y Schmidt, E. (2005). Process-oriented inquiry—A constructivist approach to early childhood science education: Teaching teachers to do science. *Journal of Elementary Science Education*, 17, 2, 13-26. <https://doi.org/10.1007/BF03174678>
- Márquez, C. y Artés, M. (2016). Propuesta de análisis de representaciones sobre el modelo cambio geológico del alumnado del grado de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24, 2, 169-81. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/31255>
- Martínez-Peña, B., Calvo, J. M. y Cortés, A. L. (2015). De la estabilidad al continuo cambio inapreciable. La situación de la geología en la enseñanza obligatoria. *Alambique*, 79, 9-16.
- Mayer, V. J. (1991). Earth-Systems Science: A planetary perspective. *The Science Teacher*, 58, 1, 34-39.
- Michaels, S., Shouse, A. W. y Schweingruber, H. A. (2008). *Ready, set, science! Putting research to work in K-8 science classrooms*. National Academies Press.
- National Research Council (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- OCDE (2016). PISA 2015. Resultados clave. <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- Oh, P. S. (2010). How can teachers help students formulate scientific hypotheses? Some strategies found in abductive inquiry activities of earth science. *International Journal of Science Education*, 32, 4, 541-560. <https://doi.org/10.1080/09500690903104457>
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science of Teacher Education*, 25, 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Parrilla Maldonado, M.C., Jiménez Liso, M.R. y Martínez Chico, M. (2017). ¿Por qué el mar no se “desparrama” si solo tiene arena alrededor? indagación en la playa. *Revista de educación científica*, 1, 2, 38-46.
- Pedaste, M. M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pedrinaci, E. (2002). Los conocimientos geológicos en la ESO: un análisis del nuevo currículo. *Revista Alambique*, 33, 49-58.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Barrera, J. L., Ruiz de Almodóvar, G., Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J. C., Fernández-Martínez, E., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López-Ruiz, J., Mata-Perelló, J. M., Pascual, J. A., Quintanilla, L., Rábano, I., ... Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 21, 2, 117-129.
- Pujol-Vilallonga, R. M., Bonil-Gargallo, J. y Márquez-Bargalló, C. (2006). Avanzar en la alfabetización científica. Descripción y análisis de una experiencia sobre el estudio del cuerpo humano en educación primaria. *Investigación en la escuela*, 60, 37-52.
- Sanmartí, N. (2003). *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Edicions 62.
- Schilling, J. (2006). On the pragmatics of qualitative assessment. Designing the process for content analysis. *European Journal of Psychological Assessment*, 22, 1, 28-37. <https://doi.org/10.1027/1015-5759.22.1.28>
- Schwarz, C. V. y Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K - 8 science teaching. *Science Education*, 91, 158-186. <https://doi.org/10.1002/sce.20177>
- Schwarz, C. V., Reiser, B., Davis, E., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Schwartz, Y., Hug, B. y Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research In Science Teaching*, 46, 6, 632-654. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Siegel, H. (1995). Naturalized epistemology and ‘first philosophy’. *Metaphylosophy*, 26, 1-2, 46-62. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9973.1995.tb00555.x>
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, 21, 1, 21-25. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21883>

UNESCO Office Montevideo and Regional Bureau for Science in Latin America and the Caribbean (2019). *Geociencias en la educación primaria y secundaria. Realidades y oportunidades en América Latina y el Caribe.* Ediciones UNESCO.

Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model - based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 5, 941-967. <https://doi.org/10.1002/sce.20259>

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Achurra, A., Berreteaga, A. y Zamallora, T. (2023) La desnaturalización de las Ciencias de la Tierra en el currículo LOMCE de Educación Primaria: un análisis curricular desde la perspectiva de la práctica científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(1), 1303. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1303