

La Ecología en el currículo escolar de la LOMLOE: Implicaciones para una educación ecológica integral

Cristina Fernández-Aragón^{1,*} 

(1) Facultad de Educación, Universidad a Distancia de Madrid, 28400 Collado Villalba, Madrid, España.

* Autora para correspondencia / Corresponding author: C. Fernández-Aragón [mariacristina.fernandez.a@udima.es]

> Recibido / Received: 28/07/2025 – Aceptado / Accepted: 03/03/2026

Cómo citar / How to cite: Fernandez Aragon, C. (2026). La Ecología en el currículo escolar de la LOMLOE: Implicaciones para una educación ecológica integral. *Ecosistemas*, 35(2): 3090. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3090>

La Ecología en el currículo escolar de la LOMLOE: Implicaciones para una educación ecológica integral

Resumen: La Ecología en el currículo escolar de la LOMLOE: Implicaciones para una educación ecológica integral. En el contexto de la crisis ambiental global, la educación ecológica resulta fundamental para formar una ciudadanía crítica y comprometida, por lo que el currículo ecológico adquiere una relevancia sin precedentes. Este estudio analiza cómo la normativa educativa española vigente para la educación obligatoria incorpora la Ecología en sus enseñanzas mínimas.

Se llevó a cabo un análisis documental mixto basado en el marco teórico de las Cuatro Dimensiones de la Educación Ecológica de la *Ecological Society of America*. La codificación cualitativa se complementó con un análisis cuantitativo para evaluar la representación equilibrada de las dimensiones.

Los resultados evidencian un tratamiento desequilibrado de las dimensiones de la educación ecológica, con un predominio de la dimensión relacionada con las interacciones humano-ambiente y una escasa presencia de ciertos conceptos ecológicos fundamentales, como la biología de poblaciones o los flujos de materia y energía. Asimismo, algunas temáticas transversales, como las escalas temporales o la evolución, están ausentes o aparecen tratadas de forma opcional, limitando su potencial formativo.

El currículo escolar no solo organiza contenidos, sino que refleja los fines que se persiguen a través de la educación. Aunque la LOMLOE supone un avance al incorporar una visión ambiental más compleja que normativas previas, mantiene limitaciones estructurales importantes. Se destaca la necesidad de avanzar hacia un currículo más equilibrado y se discuten las implicaciones de estos hallazgos para la práctica educativa.

Palabras clave: diseño curricular; educación científica basada en disciplinas; Educación Primaria; Educación Secundaria Obligatoria; Marco de Cuatro Dimensiones de la Educación Ecológica (Marco 4DEE)

Ecology in the LOMLOE school curriculum: Implications for a comprehensive ecological education

Abstract: Ecology in the LOMLOE school curriculum: Implications for comprehensive ecological education. In the context of the global environmental crisis, ecological education is essential for shaping a critical and engaged citizenry, making the ecological curriculum more relevant than ever. This study analyzes how the current Spanish educational regulations for compulsory education incorporate Ecology into their minimum teaching requirements.

A mixed document analysis was carried out based on the theoretical framework of the Four-Dimensional Ecology Education Framework developed by the Ecological Society of America. Qualitative coding was complemented by a quantitative analysis to assess the balanced representation of the dimensions.

The results reveal an uneven treatment of the dimensions of ecological education, with a predominance of the social dimension (human-environment interactions) and a limited presence of certain fundamental ecological concepts, such as population biology or matter and energy flows. Likewise, some cross-cutting topics, such as temporal scales or evolution, are either absent or treated as optional, limiting their educational potential.

The school curriculum not only organizes content but also reflects the goals pursued through education. Although the LOMLOE represents progress by incorporating a more complex environmental perspective than previous regulations, it still presents significant structural limitations. The study emphasizes the need to move toward a more balanced curriculum, and the implications of these findings for educational practice are discussed.

Keywords: curriculum design; discipline-based science education; Primary Education; Lower Secondary Education; Four-Dimensional Ecology Education Framework (4DEE Framework)

Introducción

En un mundo marcado por el constante cambio, la creciente complejidad sociotecnológica y la aceleración de la crisis ambiental global, la formación en competencia científica exige ser repensada más allá de los marcos tradicionales centrados exclusivamente en la transmisión de conceptos (Drumond Vieira et al., 2017). La urgencia ecológica - materializada en fenómenos como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad o la degradación de los ecosistemas - se entrelaza con desafíos contemporáneos como la digitalización acelerada, la desigualdad social y la interdependencia global, interpelando a la educación científica a asumir un rol más complejo, comprometido y transformador. En este sentido, la Ecología, como disciplina científica dedicada al estudio de las relaciones entre los seres vivos y su entorno, ofrece aportaciones sustanciales para una educación científica situada en la complejidad del mundo contemporáneo.

La ciencia ecológica contribuye a la alfabetización científica al fomentar el pensamiento sistémico, que permite identificar patrones, interdependencias y dinámicas no lineales, y comprender la naturaleza como una red de interacciones en constante cambio, lo que resulta esencial para abordar problemáticas ambientales de carácter global y multicausal (Capra, 1996). Además, introduce al alumnado en la gestión de la incertidumbre y la modelización de sistemas complejos, al integrar múltiples variables y escalas, y trabajar con procesos impredecibles o con conocimiento incompleto (Pettig y Ohl, 2023). Esta dimensión epistémica fortalece el pensamiento crítico, la evaluación de evidencias y la formulación de juicios prudentes ante la ambigüedad, competencias todas ellas cruciales en el ejercicio de una ciudadanía científicamente informada.

Otro aporte relevante de esta disciplina a la formación integral del alumnado se relaciona con la perspectiva ética que la Ecología incorpora. Al evidenciar la vulnerabilidad de los sistemas naturales y la interdependencia entre los organismos vivos, esta disciplina promueve una mirada ecocéntrica que invita a cuestionar los modelos de desarrollo dominantes, así como a adoptar actitudes de responsabilidad hacia las generaciones futuras y de diplomacia hacia otras formas de vida no humanas (Morizot, 2021). Así, el conocimiento ecológico no se agota en lo cognitivo, sino que interpela también al plano axiológico y político de la educación científica.

Una formación ecológica sólida no solo constituye un elemento esencial de la alfabetización científica, sino que también se vincula estrechamente con la competencia global ciudadana, entendida como la capacidad de analizar cuestiones locales, globales e interculturales, comprender diversas perspectivas y actuar de manera responsable en favor del desarrollo sostenible y el bienestar colectivo (OECD, 2018). La Ecología, abierta a la interdisciplinariedad, integra saberes de las ciencias naturales y sociales junto con conocimientos tradicionales y contextuales. Este enfoque holístico enriquece la comprensión de los problemas ambientales, permite articular distintos lenguajes, marcos y escalas de análisis, y amplía el horizonte epistemológico del alumnado (Tovar-Gálvez, 2022; Tovar-Gálvez y Fernández-Aragón, 2025). Así, al promover capacidades alineadas con esta concepción de competencia global - como el pensamiento crítico, la empatía intergeneracional e interespecifica y la toma de decisiones fundamentada -, la educación en ecología debe entenderse como un componente estratégico de la educación para la ciudadanía global del siglo XXI (Klemow et al., 2024; UNESCO, 2024).

Los currículos educativos son documentos oficiales que establecen los aprendizajes mínimos esperados y, además, orientan los entornos de enseñanza-aprendizaje, los enfoques pedagógicos y los criterios de evaluación. Desde la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), la UNESCO (2024) sostiene que un currículo bien diseñado es clave para un sistema educativo de calidad, al reflejar el compromiso con una educación que forme ciudadanía crítica capaz de afrontar desafíos locales y globales. En Ecología, un currículo efectivo debe ir más allá de los conceptos e integrar prácticas científicas, temas transversales (sistemas, escalas) y la relación entre sistemas naturales y sociedades humanas (Rodgers et al., 2024). Sin embargo, estos aspectos a menudo no se reflejan adecuadamente en los currículos escolares. Por ejemplo, un análisis reciente de la UNESCO (2021) sobre más de cien currículos nacionales reveló que más de la mitad no incluía menciones explícitas a la disrupción climática ni a sus implicaciones sociales. En el contexto español, la vigente Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación o LOMLOE, constituye la principal vía de incorporación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la legislación educativa. Por primera vez, una norma educativa en España introduce de manera explícita el desarrollo sostenible como eje vertebrador de la acción educativa, alineándose con compromisos internacionales como la Agenda 2030 (España, 2020). Esta ley promueve una educación orientada a la equidad, la justicia social y la sostenibilidad, con referencias expresas a los ODS. No obstante, aunque esta formulación normativa representa un avance notable en el plano discursivo, persiste el interrogante sobre cómo se traduce dicho compromiso en el currículo prescriptivo y, en particular, cómo se aborda la Ecología como disciplina científica decisiva para comprender los fundamentos biofísicos de la crisis ambiental. En otras palabras, si bien la LOMLOE articula un marco legal favorable a la EDS, no está claro hasta qué punto el currículo resultante capacita realmente al alumnado para comprender los procesos ecológicos que sostienen la vida en la Tierra, ni si promueve las competencias necesarias para afrontar los desafíos socioambientales actuales.

Este estudio se orienta por una pregunta central: ¿cómo se integra y articula la Ecología en el currículo de la educación obligatoria en España? Para ello, se realiza un análisis sistemático y crítico del currículo, con el objetivo de valorar en qué medida se integra en esta etapa educativa, a través de qué materias y elementos curriculares, y qué conceptos ecológicos y prácticas científicas se promueven desde los contenidos prescritos. La elección de esta etapa se justifica por el papel central que desempeña la educación obligatoria en garantizar una formación integral, al procurar que todo el alumnado adquiera los conocimientos, valores, competencias y actitudes necesarias para participar en la vida social de forma plena (España, 2020; Dewey, 2024).

Métodos

Este estudio consiste en un análisis documental sobre el tratamiento de la Ecología en los Reales Decretos (RD) que desarrollan la LOMLOE y establecen las enseñanzas mínimas de la educación obligatoria en la Educación Primaria (RD 157/2022 (España, 2022a)) y Secundaria (RD 217/2022 (España 2022b)). La codificación se llevó a cabo de forma deductiva, aplicando exclusivamente los códigos y subcódigos definidos por el marco 4DEE cuando sus descriptores aparecían en el texto normativo. La elección de esta metodología responde a su idoneidad para identificar los fundamentos teóricos y filosóficos del currículo (Apple y Apple, 2018), así como a su eficacia contrastada en investigaciones recientes sobre el análisis curricular y su vinculación con las políticas educativas (Neubauer y Fernández-Aragón, 2025).

Se realizó una doble codificación independiente de una muestra del 27 % de los segmentos, estratificada por dimensión, etapa educativa y frecuencia de categorías. Este porcentaje es metodológicamente adecuado cuando se utiliza un sistema de categorías derivado de un marco teórico estable y un libro de códigos claro y autoexplicativo, ya que permite comprobar la estabilidad del esquema sin duplicar el 100 % del corpus (Miles et al., 2014). Se calculó el coeficiente kappa de Cohen utilizando la función kappa2() del paquete irr en R (R Core Team, 2025), obteniéndose un $\kappa = 0.88$ (acuerdo bruto = 90 %), lo que indica un grado de concordancia muy elevado y respalda la consistencia y credibilidad del análisis.

Marco teórico

Como marco teórico de referencia, se ha adoptado el modelo de las Cuatro Dimensiones de la Educación en Ecología propuesto por la *Ecological Society of America* (ESA), conocido como *4DEE Framework* (*Four-Dimensional Ecology Education*; Klemow et al., 2019). El Marco 4DEE representa una de las propuestas más influyentes y pioneras en la educación ecológica reciente. Desde su publicación en 2019, el modelo goza de un reconocimiento creciente, especialmente en el ámbito anglosajón, y está siendo adoptado por programas de formación del profesorado, instituciones educativas y marcos de evaluación de competencias ecológicas (Rodgers et al., 2024). Aunque su implementación aún no se ha generalizado en los sistemas educativos formales de otros contextos, su enfoque integrador lo posiciona como una alternativa sólida frente a enfoques tradicionales más fragmentados o centrados exclusivamente en contenidos. Su uso en este estudio permite una lectura analítica del currículo desde una perspectiva ecológica actualizada.

El Marco 4DEE plantea que una enseñanza ecológica completa debe integrar cuatro dimensiones: (1) Conceptos ecológicos clave, como niveles de organización, dinámica de poblaciones, comunidades y flujos de energía y nutrientes; (2) Prácticas ecológicas, centradas en los procesos científicos propios de la ecología, como observar, recopilar datos y formular hipótesis; (3) Interacciones humano-ambiente, que analizan cómo las acciones humanas afectan a la biota y al entorno, y cómo las decisiones están influidas por valores sociales; y (4) Temas transversales, que conectan ideas ecológicas con otras ciencias, como evolución, sistemas, función, espacio y tiempo.

Análisis de datos

A partir del Marco 4DEE, se construyó un sistema de codificación cualitativa destinado a identificar, en los textos curriculares oficiales, aquellos fragmentos asociados a cada una de las cuatro dimensiones del modelo. Los códigos aplicados en este análisis están definidos por el propio Marco 4DEE (consultable en *The Framework – Four-Dimensional Ecological Education*). Estos códigos describen de forma detallada los contenidos y competencias que caracterizan cada dimensión (Rodgers et al., 2024). El contenido de los RD fue revisado de forma exhaustiva y codificado utilizando estos descriptores, utilizando el software MAXQDA Analytics Pro-2024 (VERBI, 2024). En el caso del apartado curricular correspondiente al "Perfil de salida", idéntico en ambos RD, se codificó una sola vez para evitar repeticiones. Por otro lado, para la codificación de la dimensión Prácticas ecológicas solo se han considerado como tales aquellas prácticas científicas que aparecen vinculadas explícitamente a las materias en las que se estudian contenidos ecológicos *per se* (e.g. Biología y Geología). Es decir, no se han incluido como Prácticas ecológicas los procedimientos de modelización o razonamiento lógico-matemático que aparecen en materias como Matemáticas. Esta decisión metodológica busca evitar una sobredimensión artificial de esta categoría y mantener, en la medida de lo posible, la fidelidad al marco interpretativo de la ESA, en el que las Prácticas ecológicas están intrínsecamente asociadas al estudio de procesos y relaciones ecológicas.

Posteriormente, se cuantificó la frecuencia de los códigos de cada dimensión para comparar su representación en los textos normativos con el equilibrio teórico del Marco 4DEE. Para ello, se aplicó un análisis no paramétrico de Chi-cuadrado y se evaluó la posible correlación entre el número de códigos por dimensión y los segmentos codificados mediante la prueba de Spearman, usando el software R.

De forma adicional, y con el fin de analizar no solo la presencia de los descriptores de las dimensiones sino también su localización dentro del texto normativo y su potencial impacto en la orientación de la práctica educativa, se estableció una clasificación en tres niveles que distingue las distintas capas de sentido del currículo. Esta categorización retoma y adapta la propuesta desarrollada por Neubauer y Fernández-Aragón (2025), con el objetivo de analizar cómo las intenciones político-educativas expresadas en el currículo se traducen, o no, en contenidos concretos y evaluables en el contexto del aula. Las tres categorías propuestas - nivel político-discursivo, nivel aspiracional-formativo y nivel didáctico o instruccional - reflejan el tránsito desde las aspiraciones generales del sistema educativo hasta su concreción pedagógica (Tabla 1).

Tabla 1. Propuesta de estructura del currículo LOMLOE según niveles de intencionalidad y grado de concreción (adaptado de Neubauer y Fernández-Aragón, 2025).

Table 1. Proposed structure of the LOMLOE curriculum according to levels of intentionality and degree of specificity (adapted from Neubauer and Fernández-Aragón, 2025).

Nivel	Elementos curriculares incluidos	Intencionalidad
Político-discursivo	<ul style="list-style-type: none"> • Preámbulo del Real Decreto • Preámbulo de asignatura 	Expone la visión normativa y política del texto. Define intenciones generales. Carácter más simbólico que operativo.
Aspiracional-formativo	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil de salida del alumnado • Competencias clave • Descriptores operativos • Competencias específicas 	Describe el tipo de ciudadanía que se espera formar. Estructura los aprendizajes a gran escala. Opera como nexo entre los fines generales del sistema educativo y las concreciones didácticas.
Didáctico-Instruccional	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de evaluación • Saberes básicos • Situaciones de aprendizaje (orientaciones) 	Concreta el currículo a la práctica del aula. Define qué contenidos mínimos son necesarios y cómo se evalúan. Permite valorar la aplicación real de los objetivos declarados en niveles superiores del currículo.

Resultados

El análisis documental revela que todas las dimensiones de la educación ecológica, de acuerdo con el Marco 4DEE, están presentes en la normativa curricular de la LOMLOE, si bien éstas están distribuidas de una forma significativamente desbalanceada ($\chi^2 = 287.0$, $p < 0.000$). La dimensión Interacciones humano-ambiente es la más representada, concentrando el 61.1 % de los segmentos codificados, seguida por Prácticas ecológicas, con un 26.4 %. En contraste, las dimensiones de Conceptos clave y Temas transversales presentan una presencia mucho más limitada, con apenas un 10.2 % y un 2.3 % del total de segmentos, respectivamente (Fig. 1a). Esta tendencia se mantiene cuando se considera exclusivamente el contenido de las materias donde se concentra la mayoría de los segmentos ecológicos codificados (72.1 %), es decir, el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en Educación Primaria, y las materias de Biología y Geología y Geografía e Historia en ESO, aunque con una diferencia algo menos pronunciada entre la dimensión Interacciones humano-ambiente y el resto (Fig. 1b). Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural contribuiría en mayor medida a la dimensión Interacciones humano-ambiente, mientras que Biología y Geología es la asignatura que más aporta a la dimensión Prácticas ecológicas (Fig. 2). Por otro lado, la dimensión Interacciones humano-ambiente destaca por su transversalidad, apareciendo codificada en una amplia gama de asignaturas más allá del ámbito relacionado con las ciencias de la vida y del medio ambiente (Fig. 2). Encontramos alusiones a la sostenibilidad en asignaturas como, por ejemplo, Educación en Valores Cívicos y Éticos [*Hábitos y actividades para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El consumo responsable. El uso sostenible del suelo, del aire, del agua y de la energía. La movilidad segura, saludable y sostenible. La prevención y la gestión de los residuos.* - Saberes básicos, RD 157 2022 Primaria, (España, 2022a) p. 67] o Educación Física [*Adoptar un estilo de vida sostenible y ecosocialmente responsable aplicando medidas de seguridad individuales y colectivas en la práctica físico-deportiva según el entorno y desarrollando colaborativa y cooperativamente acciones de servicio a la comunidad vinculadas a la actividad física y al deporte, para contribuir activamente a la conservación del medio natural y urbano.* - Competencias específicas, RD 217 2022 ESO, (España, 2022b) p. 58].

La distribución observada de las dimensiones en el currículo no parece explicarse por la cantidad de códigos descriptores disponibles para cada una de ellas. En general, solo se utilizó una parte del repertorio teórico de cada dimensión en la codificación del texto normativo, y no se detectó una relación clara entre el número de descriptores (códigos y subcódigos) y su frecuencia de aparición. Por ejemplo, la dimensión Conceptos clave, que cuenta con el mayor número de descriptores disponibles (30), fue una de las menos representadas, con solo 7 identificados en el currículo. El descriptor más frecuente fue "Características bióticas y abióticas del ambiente" (dentro del código "Organismos"), con apenas 11 apariciones (Fig. 3). Es interesante mencionar que los escasos conceptos clave identificados se concentran en los niveles de Organismos, Paisajes y Ecosistemas, mientras que conceptos como Comunidades o Biomas tienen una presencia mínima y Poblaciones está ausente (Fig. 3). En cuanto a los Temas transversales, solo 4 de los 13 códigos disponibles fueron identificados, todos con frecuencias bajas (Fig. 3). Los más recurrentes fueron Evolución y Escalas, con solo 3 apariciones cada uno. Cabe destacar que en el concepto Escalas solo se encontraron alusiones a su componente espacial, pero no a la temporal; por otro lado, la Evolución está completamente ausente en la Educación Primaria y solo aparece en el último curso de la ESO en la asignatura de Biología y Geología (optativa en 4º de ESO), dentro del bloque "Genética y Evolución", muy alejado del bloque "Ecología y Sostenibilidad" (impartido en los cursos 1º y 3º de ESO). Por otro lado, en la dimensión Prácticas ecológicas se utilizaron 15 de los 20 códigos disponibles, siendo el más frecuente "Diseño de estudios, familiaridad con los modos básicos de investigación ecológica", con 17 apariciones (Fig. 3). En la dimensión Interacciones humano-ambiente se emplearon 14 de los 18 códigos. Sin embargo, la alta frecuencia total en esta última se debe principalmente a un solo descriptor: "Sostenibilidad como objetivo normativo y aspiracional", que representa 106 de los 315 segmentos codificados (33.7 %; Fig. 3). Estos resultados se respaldan con un análisis de correlación de Spearman, que mostró que no existe una relación estadísticamente significativa entre el número de códigos disponibles para cada dimensión y el volumen de segmentos codificados en cada una de ellas ($\rho = -0.2$; $p = 0.917$). En conjunto, estos hallazgos indican que la presencia curricular de cada dimensión no está determinada por su complejidad teórica ni por la amplitud de su definición conceptual, sino por decisiones selectivas sobre qué aspectos incluir y enfatizar en los textos oficiales.

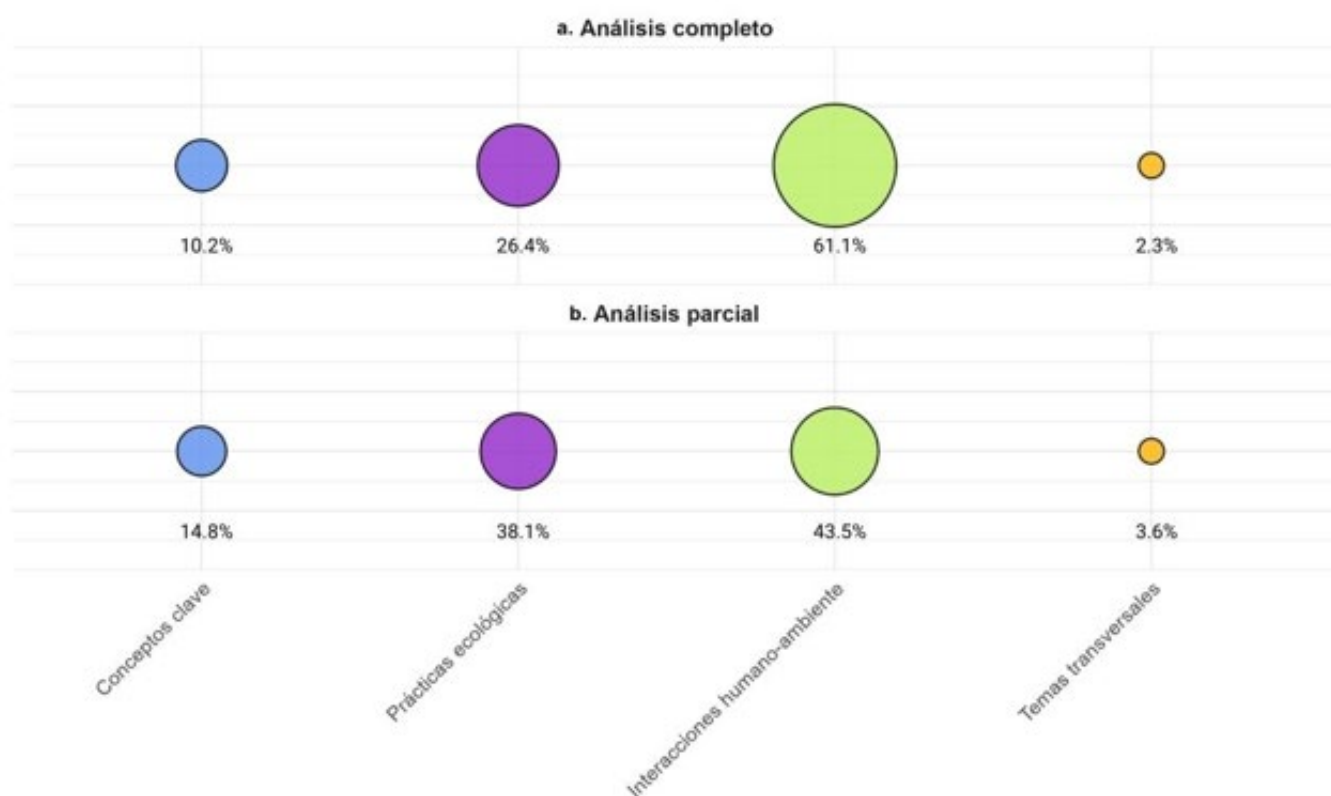


Figura 1. Representación de las 4 dimensiones de la educación ecológica en los Reales Decretos de enseñanzas mínimas de la etapa de educación obligatoria. Se muestran los porcentajes a) correspondientes a la codificación de los textos normativos completos y b) a la parte de la codificación correspondiente a las asignaturas relacionadas con la disciplina ecológica: Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, en Educación Primaria; y Biología y Geología y Geografía e Historia, en Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

Figure 1. Representation of the four dimensions of ecological education in the Royal Decrees on minimum teaching standards for the compulsory education stage. The figure shows percentages resulting from a) the coding of the complete regulatory texts and b) the coding that corresponds to the subjects related to the ecological discipline: Environmental, Social, and Cultural Knowledge in Primary Education; and Biology and Geology, and Geography and History in Lower Secondary Education (ESO).

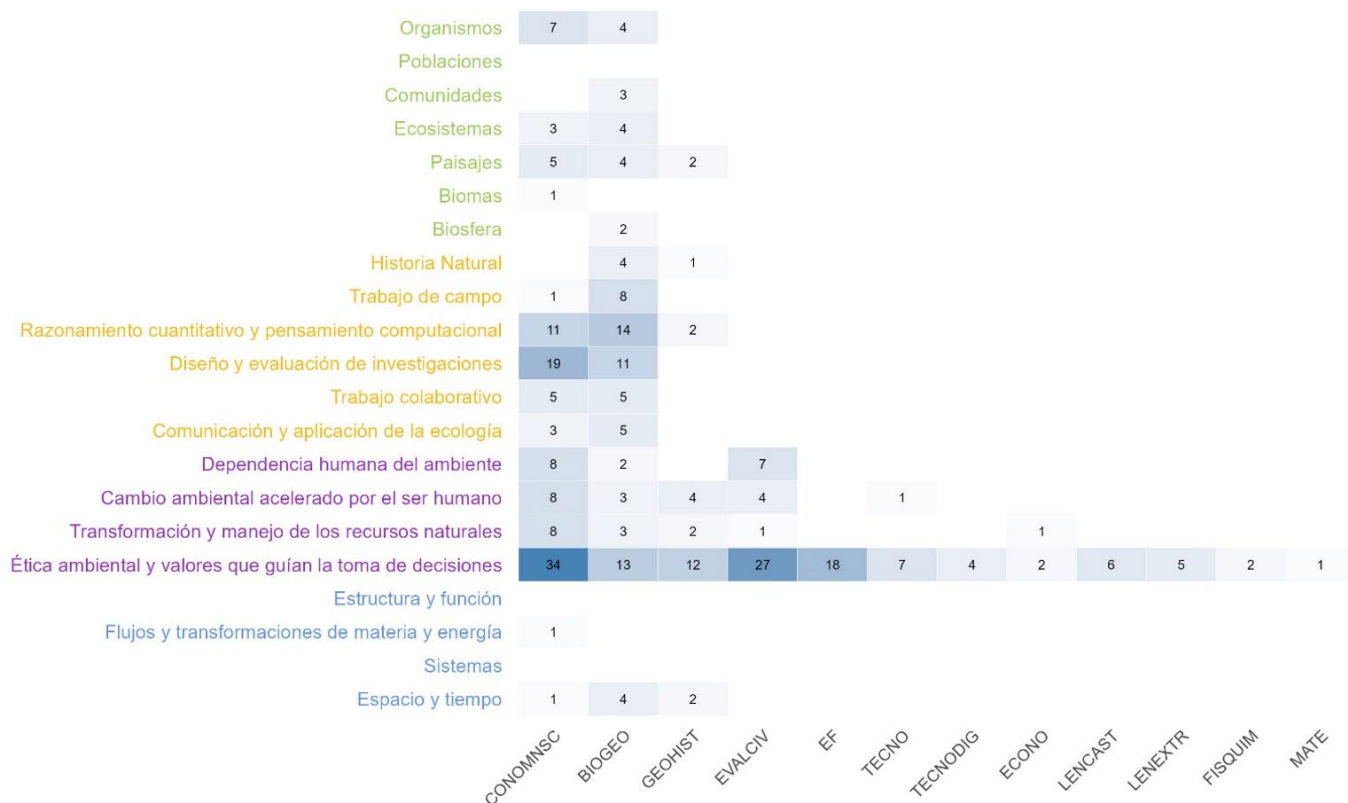


Figura 2. Mapa de “calor” de la frecuencia (número total) de aparición de los códigos del Marco 4DEE en el currículo LOMLOE para las materias de la etapa de educación obligatoria Primaria (EP) y Secundaria Obligatoria (ESO): CONOMNSC (“Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural”, EP); BIOGEO (“Biología y Geología”, ESO); GEOHIST (“Geografía e Historia”, ESO); EVALCIV (“Educación en Valores Cívicos y Éticos”, EP y ESO); EF (“Educación Física”, EP y ESO); TECNO (“Tecnología”, ESO); TECNODIG (“Tecnología y Digitalización”, ESO); ECONO (“Economía y Emprendimiento”, ESO); LENCAST (“Lengua Castellana y Literatura”, EP y ESO); LENEXTR (“Lengua Extranjera”, EP y ESO); FISQUIM (“Física y Química”, ESO); MATE (“Matemáticas”, EP y ESO). Los colores de los códigos representan la dimensión a la que pertenecen: Conceptos clave en verde; Prácticas ecológicas en naranja; Interacciones humano-ambiente en morado; Temas transversales en azul.

Figure 2. Heatmap showing the frequency of occurrence of the 4DEE Framework codes in the LOMLOE curriculum for subjects in the compulsory education stage – Primary Education (EP) and Lower Secondary Education (ESO): CONOMNSC (“Natural, Social, and Cultural Environment Knowledge,” EP); BIOGEO (“Biology and Geology,” ESO); GEOHIST (“Geography and History,” ESO); EVALCIV (“Civic and Ethical Values Education,” EP and ESO); EF (“Physical Education,” EP and ESO); TECNO (“Technology,” ESO); TECNODIG (“Technology and Digitalization,” ESO); ECONO (“Economics and Entrepreneurship,” ESO); LENCAST (“Spanish Language and Literature,” EP and ESO); LENEXTR (“Foreign Language,” EP and ESO); FISQUIM (“Physics and Chemistry,” ESO); MATE (“Mathematics,” EP and ESO). The colors of the codes represent the dimension they belong to: Key Concepts in green; Ecological Practices in orange; Human–Environment Interactions in purple; Cross-cutting Themes in blue.

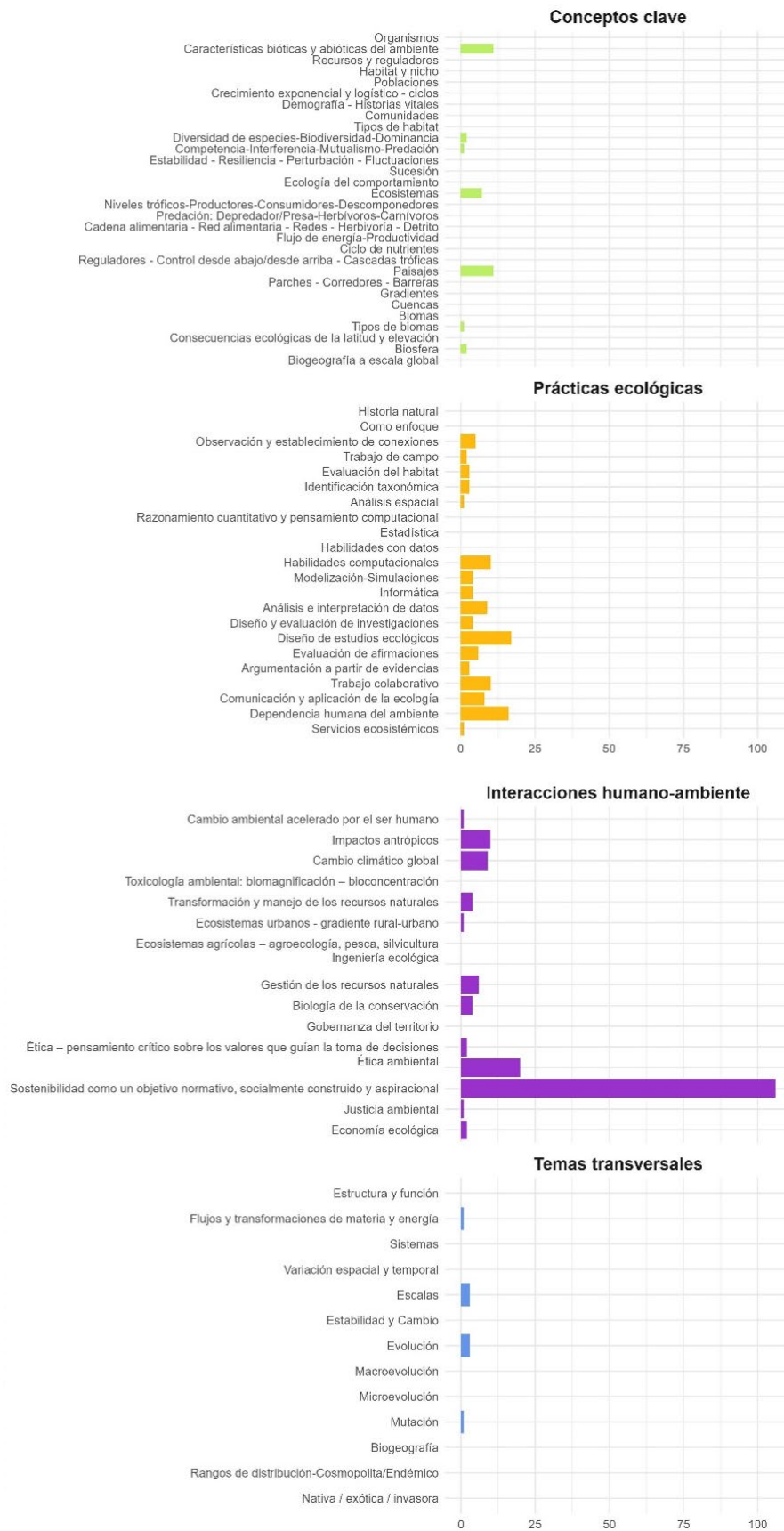


Figura 3. Frecuencia de aparición de la familia completa de códigos y subcódigos del Marco 4DEE en los Reales Decretos de enseñanzas mínimas (que desarrollan la LOMLOE) de la etapa de educación obligatoria. Las barras horizontales representan el número total de segmentos codificados dentro de cada descriptor, para cada una de las dimensiones de la educación ecológica.

Figure 3. Frequency of occurrence of the full family of codes and subcodes from the 4DEE Framework in the Royal Decrees on minimum teaching standards (which implement the LOMLOE) for the compulsory education stage. The horizontal bars represent the total number of coded segments within each descriptor, for each of the dimensions of ecological education.

En cuanto a la posición curricular que ocupan las distintas dimensiones del pensamiento ecológico en el texto normativo, el análisis revela diferencias marcadas según el nivel del currículo en el que se insertan (Fig. 4). La dimensión de Interacciones humano-ambiente domina de manera significativa los niveles superiores del currículo, con 45 apariciones en el nivel político y 65 en el aspiracional, lo que sugiere que esta dimensión es central en la visión normativa, axiológica y ciudadana que el currículo busca promover. Además, mantiene una fuerte presencia también en el nivel didáctico, con 104 segmentos codificados, lo que indica una traslación relativamente consistente de esta visión al ámbito de la práctica educativa. Por su parte, la dimensión de Prácticas ecológicas aparece especialmente representada en el nivel didáctico (62 segmentos), lo que evidencia un esfuerzo por desarrollar un currículo competencial y traducir ciertas metodologías propias de la ciencia ecológica al contexto de aula. Sin embargo, su escasa presencia en los niveles político (9) y aspiracional (22) indica que estas prácticas no ocupan un lugar destacado en el ideario formativo general del currículo. En contraste, los Conceptos clave de la ecología están prácticamente ausentes de los niveles superiores del texto normativo, con tan solo 2 y 3 menciones en los niveles político y aspiracional, respectivamente. Aunque su presencia aumenta en el nivel didáctico (28 segmentos), sigue siendo comparativamente baja. Finalmente, la dimensión de Temas transversales es la menos representada en todos los niveles, con solo 1 aparición en el nivel político, ninguna en el aspiracional y apenas 7 menciones en el nivel didáctico.

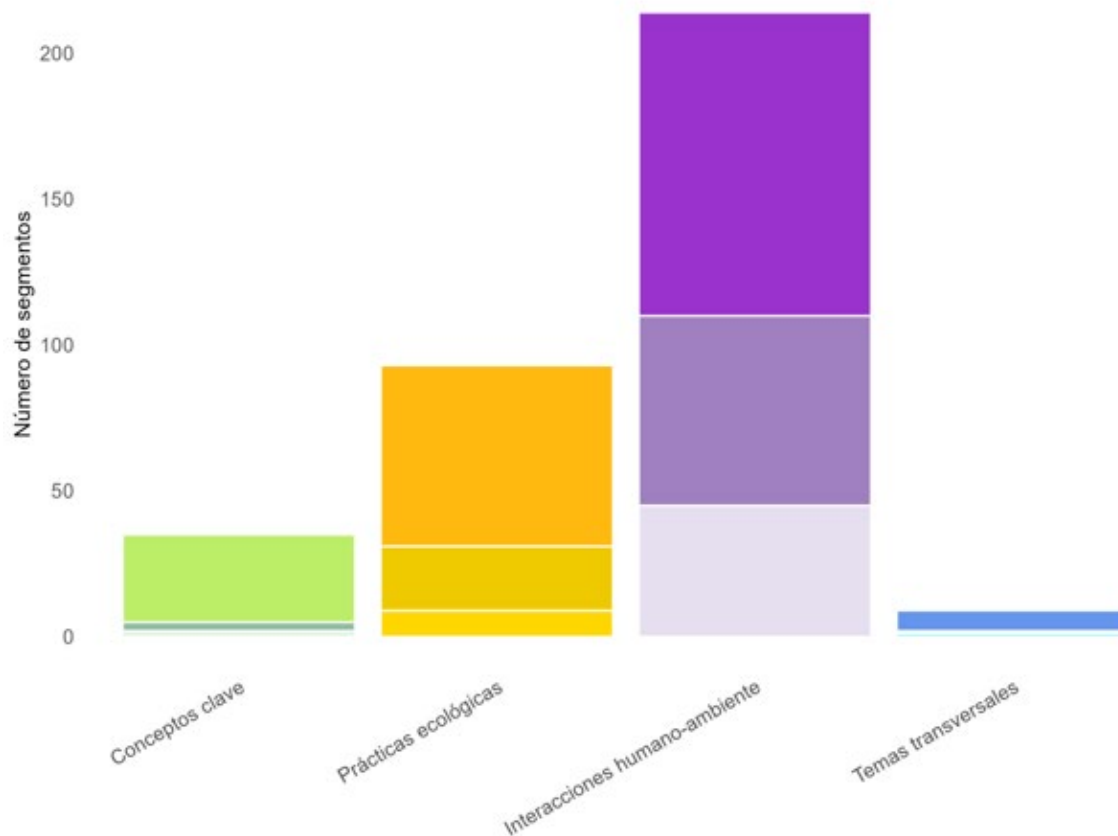


Figura 4. Representación de las 4 dimensiones de la educación ecológica en los Reales Decretos de enseñanzas mínimas de la etapa de educación obligatoria. Las barras representan el número de segmentos de texto codificados dentro de cada dimensión, agrupados de acuerdo con los tres niveles curriculares considerados: (de abajo a arriba) político-discursivo, aspiracional-formativo y didáctico-instruccional.

Figure 4. Representation of the four dimensions of ecological education in the Royal Decrees on minimum teaching standards for the compulsory education stage. The bars represent the number of coded text segments within each dimension, grouped according to the three curricular levels considered: (from bottom to top) political-discursive, aspirational-formative, and didactic-instructional.

Discusión

En un mundo en constante transformación, resulta imprescindible mantener un debate permanente sobre qué se enseña y cómo se enseña. El currículo adquiere valor en la medida en que logra articular las aspiraciones de desarrollo de los países con los contenidos de aprendizaje y con la formación integral del alumnado. Para que este instrumento pueda desempeñar ese papel articulador, es necesario mantener un diálogo continuo en torno al currículo y a los aspectos que lo atraviesan (Operti, 2017). Esta reflexión se vuelve aún más urgente en un contexto global marcado por la sobreabundancia de información, la desinformación sistemática y el avance del negacionismo científico - especialmente en torno al cambio climático y las crisis socioambientales. En este escenario, el papel de la educación es esencial para formar una ciudadanía capaz de discernir información veraz, comprender la complejidad ecológica y actuar con responsabilidad. El currículo ecológico, por tanto, adquiere una relevancia sin precedentes en el momento actual.

Los resultados del análisis documental del currículo de la LOMLOE para la etapa obligatoria revelan una sobrerrepresentación de la dimensión Interacciones humano-ambiente, en detrimento de otras dimensiones fundamentales como los Conceptos ecológicos clave y los Temas transversales. Aunque es valioso que el currículo aborde de forma extensa los vínculos entre sociedad y naturaleza, una comprensión crítica y profunda de los problemas socioambientales - y de la sostenibilidad en particular - exige integrar conocimientos ecológicos estructurantes. Conceptos como el flujo de energía y nutrientes o los ciclos biogeoquímicos, no solo permiten comprender los principios de funcionamiento de los sistemas ecológicos, sino que constituyen herramientas imprescindibles para interpretar fenómenos complejos como el cambio climático. Estas ausencias curriculares no son triviales: limitan el desarrollo de una adecuada alfabetización ecológica y pueden contribuir a la persistencia de ideas alternativas erróneas ampliamente documentadas. Por ejemplo, la escasa atención a la biología de poblaciones y a las escalas temporales puede comprometer la comprensión de la evolución por selección natural, un fenómeno que requiere pensamiento poblacional. Incluso estudiantes universitarios de titulaciones relacionadas con las ciencias de la vida a menudo tienden a mantener interpretaciones teleológicas y esencialistas de la evolución, ignorando que la variación poblacional es previa a la acción de la selección natural, no consecuencia de ella (Gefael et al., 2020; Fernández-Aragón y Fernández-Arias, 2025). Este malentendido, fuertemente arraigado, podría verse reforzado por el hecho de que la evolución solo aparezca en el currículo en el último curso de la escolarización obligatoria y en el ámbito de la optatividad, así como por la escisión curricular entre los contenidos de evolución y ecología, limitando la construcción de una visión integrada de las implicaciones ecológicas de la evolución, como el origen de la biodiversidad (Kampourakis, 2013). A ello se suma la dificultad generalizada para razonar sobre escalas temporales profundas (*deep time*), esencial para comprender tanto la evolución como la historia de la vida en la Tierra. Muchos estudiantes no logran imaginar cómo pueden compartir ancestros comunes con el resto de los organismos vivos, al no integrar la magnitud temporal en su comprensión de los procesos evolutivos (Kampourakis, 2022). De igual forma, la escasa presencia de contenidos sobre ciclos de nutrientes, biomagnificación o procesos de retroalimentación ecológica, así como las escalas temporales a las que operan, puede entorpecer la comprensión de fenómenos como el efecto invernadero de origen antrópico o la alteración de los ciclos biogeoquímicos. Numerosos estudios han evidenciado que la falta de instrucción explícita sobre escalas temporales y procesos sistémicos complejos favorece concepciones erróneas persistentes, como la creencia de que el carbono “destruye” la atmósfera o que el cambio climático tiene efectos inmediatos y puede revertirse rápidamente, sin considerar su carácter acumulativo ni la inercia del sistema climático (Libarkin et al., 2015; Soltis et al., 2021). Muchas de estas concepciones erróneas suelen estar ancladas en una perspectiva antropocéntrica, centrada únicamente en fenómenos visibles a escala humana (Raia, 2005), y en la dificultad cognitiva para comprender dinámicas no lineales y procesos exponenciales, que suelen desafiar la intuición humana y requieren apoyos didácticos específicos para ser correctamente interpretados (Melnik-Leroy et al., 2023).

En definitiva, si la comprensión de la sostenibilidad no se sustenta adecuadamente en los principios ecológicos fundamentales que permiten al alumnado razonar con profundidad sobre los sistemas socioecológicos, se corre el riesgo de fomentar un discurso bien intencionado, pero limitado en su capacidad para desarrollar una auténtica alfabetización ecológica. Una formación ecológica integral requiere más que sensibilización; exige proporcionar al alumnado herramientas conceptuales y analíticas sólidas que le permitan interpretar, evaluar y actuar con fundamento ante la complejidad de los contextos socioambientales.

El análisis de la localización de los descriptores por niveles curriculares revela patrones que permiten interpretar cómo se conceptualiza y operacionaliza cada dimensión ecológica en el currículo. La dimensión Interacciones humano-ambiente domina claramente los niveles político-discursivo y aspiracional-formativo, y mantiene una alta presencia en el nivel didáctico. Esto sugiere que cumple una función estructurante dentro de la narrativa educativa, en coherencia con la naturaleza de la LOMLOE (Navarro-González y Gavari-Starkie, 2024) y con la centralidad actual de la sostenibilidad en los discursos educativos (UNESCO 2024). Sin embargo, este énfasis no se extiende de forma equitativa al resto de dimensiones. Las Prácticas ecológicas, por ejemplo, tienen una presencia significativa en el nivel didáctico, lo que es consistente con el enfoque competencial que fomenta la LOMLOE (España, 2020), pero escasa en los niveles político y aspiracional. Esto podría interpretarse como una débil integración de estas habilidades en la visión formativa del currículo, aunque también puede deberse a la decisión metodológica de centrar el análisis en prácticas explícitamente vinculadas a contenidos de ecología en asignaturas relacionadas con esta disciplina (como Biología y Geología), excluyendo prácticas científicas generales presentes en otras áreas. Esta elección, alineada con el Marco 4DEE, podría haber limitado la detección de una posible integración transversal. En todo caso, el resultado subraya la necesidad de articular mejor las prácticas científicas generales con su aplicación en contextos ecológicos. Los Conceptos clave solo se aprecian con claridad en el nivel didáctico, mientras que los Temas transversales apenas aparecen en ningún nivel. Esta ausencia resulta especialmente problemática, pues estos temas permiten establecer conexiones, analizar dinámicas complejas y situar los problemas ambientales en marcos multiescalares. Su omisión favorece una visión fragmentada del conocimiento ecológico, centrada en problemas visibles y urgentes, pero desconectada de los marcos conceptuales necesarios para una comprensión profunda. Este tipo de distribución es consistente con lo que se ha observado en otros estudios sobre los currículos educativos (Karrow y Facio, 2015; Neubauer y Fernández-Aragón, 2025), en los que es frecuente que los discursos ambientales aparezcan enmarcados en declaraciones de principios y objetivos generales, pero luego pierdan fuerza o coherencia a medida que se desciende hacia los niveles operativos. Sin embargo, a diferencia de estos trabajos centrados en la sostenibilidad o en marcos ambientales amplios, este estudio aborda de forma específica la Ecología, cubriendo una laguna identificada en la literatura sobre la articulación real de este campo en los currículos educativos.

Para finalizar, conviene reflexionar sobre las posibilidades que ofrece la práctica educativa para mitigar las limitaciones detectadas en el currículo. Tanto el profesorado como quienes diseñan materiales didácticos disponen de un margen de acción importante para enriquecer y reequilibrar la enseñanza de los contenidos ecológicos, introduciendo cambios significativos sin necesidad de sobrecargar el currículo. Por ejemplo, puede integrarse el pensamiento evolutivo desde la Educación Primaria (Cañal, 2009), incorporando tempranamente la noción de poblaciones y variabilidad biológica, o mediante el uso de árboles filogenéticos al estudiar los grupos taxonómicos, favoreciendo así una comprensión relacional y dinámica de la biodiversidad

(Campos y Sá-Pinto, 2013). En cursos superiores, convendría articular de forma integrada los contenidos de evolución, ecología y genética, rompiendo con su actual fragmentación disciplinar. Además, reforzar el trabajo con las escalas temporales permitiría al alumnado dimensionar adecuadamente los procesos ecológicos, facilitando la comprensión de fenómenos como la sucesión ecológica o los efectos a largo plazo de la pérdida de biodiversidad. El uso de simulaciones y modelos puede ser especialmente útil para visualizar fenómenos no lineales, procesos acumulativos o dinámicas invisibles a escala humana (Domènech-Casal 2020). Por otro lado, para contrarrestar la escasa presencia de temas transversales y del pensamiento sistémico, resulta recomendable abordar los problemas ambientales desde un enfoque multiescalar e interconectado, que permita al alumnado identificar relaciones causa-efecto complejas, retroalimentaciones, umbrales y puntos de inflexión. Actividades que promuevan el análisis de sistemas socioecológicos, el trazado de redes tróficas o el estudio de ciclos biogeoquímicos pueden ser especialmente valiosas en este sentido. Asimismo, puede aprovecharse la resolución de problemas reales que conecten lo local con lo global como estrategia para cultivar el compromiso y la capacidad de intervención del alumnado, fomentando la aplicación de marcos ecológicos al análisis de situaciones cotidianas (Fernández-Aragón y Neubauer, 2024).

En conclusión, puede decirse que la LOMLOE representa un avance significativo respecto a normativas anteriores al incorporar una visión ambiental más compleja y alineada con los desafíos del siglo XXI. Destaca en ella un mayor protagonismo de las interacciones entre los seres humanos y el ambiente, así como la inclusión de prácticas ecológicas que reflejan un esfuerzo por fortalecer una educación competencial. Sin embargo, el currículo aún presenta limitaciones importantes, como la ausencia de ciertos conceptos ecológicos clave y de temas transversales estructurantes que permitan desarrollar en el alumnado un pensamiento sistémico, imprescindible para afrontar la actual crisis ecológica y sus implicaciones sociales. En este escenario, la Ecología, por su enfoque integral y globalizador, su apertura epistemológica, su componente ético y su potencial transformador, se configura como una disciplina estratégica para el desarrollo de la competencia científica. Fortalecer su presencia y tratamiento en las etapas de educación obligatoria es fundamental para preparar a las nuevas generaciones ante los complejos retos ecosociales de nuestro tiempo.

Disponibilidad de los datos

Los datos están alojados en la plataforma Figshare (<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29647025>).

Financiación, permisos requeridos, potenciales conflictos de interés y agradecimientos

La autora declara no tener ningún conflicto de interés.

La autora agradece a la Dra. Coral González su generosa colaboración como intercodificadora en la revisión de una parte del corpus documental, así como los valiosos comentarios anónimos de dos revisores/as.

Referencias

- Apple, M. & Apple, M.W. (2018). *Ideology and curriculum* (4ª ed.). Routledge, New York.
- Campos, R. & Sá-Pinto, A. (2013). Early evolution of evolutionary thinking: teaching biological evolution in elementary schools. *Evolution: Education and Outreach*, 6, 25. <https://doi.org/10.1186/1936-6434-6-25>
- Capra, F. (1996). *The web of life: A new scientific understanding of living systems*. Anchor Books, New York.
- Cañal, P. (2009). Acerca de la enseñanza sobre la evolución biológica en la escuela infantil y primaria. *Revista Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 62, 75-91.
- Dewey, J. (2024). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education* (N. Tampio, Ed.). Columbia University Press, New York (Obra original publicada en 1916).
- Domènech-Casal, J. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3202. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3202
- Drumond Vieira, R., Florentino de Melo, V., Avraamidou, L. & Avelar Lobato, J. (2017). Reconceptualizing scientific literacy: The role of students' epistemological profiles. *Education Sciences*, 7(2), 47. <https://doi.org/10.3390/educsci7020047>
- España. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). Jefatura del Estado. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30/12/2020. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3/con>
- España. (2022a). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, 02/03/2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- España. (2022b). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, 30/03/2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- Fernández-Aragón, C. & Fernández-Arias, C. (2025). La teoría evolutiva en la educación médica: desde Darwin hasta la tecnología educativa. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 30, 67-90. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.22213>
- Fernández-Aragón, C. & Neubauer, A. (2024). Educación para la ciudadanía global: Afrontando los desafíos de un mundo cambiante desde la escuela. En: Neubauer, A. (Coord.) *La educación intercultural en la sociedad digital: teoría y propuestas innovadoras*. Universitas, Madrid.
- Gefaell, J., Prieto, T., Abdelaziz, M., Álvarez, I., Antón, J., Arroyo, J., ... Rolán-Alvarez, E. (2020). Acceptance and knowledge of evolutionary theory among third-year university students in Spain. *PLOS ONE*, 15(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238345>
- Kampourakis, K. (2013). Teaching about adaptation: Why evolutionary history matters. *Science and Education*, 22, 173–188. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9363-2>

- Kampourakis, K. (2022). Reconsidering the goals of evolution education: defining evolution and evolutionary literacy. *Evolution: Education and Outreach*, 15, 21. <https://doi.org/10.1186/s12052-022-00180-4>
- Karrow, D. & Fazio, X. (2015). Curricular critique of an environmental education policy framework: Acting today, shaping tomorrow. *Brock Education Journal*, 24, 88-108. <https://doi.org/10.26522/brocked.v24i2.404>
- Klemow, K., Berkowitz, A., Cid, C. & Middendorf, G. (2019). Improving ecological education through a four-dimensional framework. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(2), 71-71. <https://doi.org/10.1002/fee.2013>
- Klemow, K.M., Cid, C.R., Jablonski, L.M. & Haas, D.A. (2024). How a multidimensional ecology education approach can enhance college curricula to implement the United Nations Sustainable Development Goals. *Sustain Earth Reviews*, 7, 12. <https://doi.org/10.1186/s42055-024-00082-x>
- Libarkin, J.C., Thomas, S.R. & Ording, G. (2015). Factor analysis of drawings: application to college student models of the greenhouse effect. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2214–2236.
- Melnik-Leroy, G., Aidokas, L., Dzemyda, G., Dzemydaitė, G., Marcinkevičius, V., Tiešis, V., & Usovaitė, A. (2023). Is my visualization better than yours? Analyzing factors modulating exponential growth bias in graphs. *Frontiers in Psychology*, 14, 1125810. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1125810>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3.^a ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Morizot, B. (2021). *Maneras de estar vivo: La crisis ecológica global y las políticas de lo salvaje*. Errata Naturae, Madrid.
- Navarro-González, I. & Gavari-Starkie, E. (2024). La educación sostenible y resiliente en el currículum de la LOMLOE. *Revista Española de Educación Comparada*, 45, 376-397. <https://doi.org/10.5944/reec.45.2024.37968>
- Neubauer, A. & Fernández-Aragón, C. (2025). La competencia global en el currículo de la educación obligatoria española: un análisis documental de la LOMLOE. *Educación XX1*, 28(2), 355-376. <https://doi.org/10.5944/educxx1.42798>
- OECD. (2018). *Preparing our youth for an inclusive and sustainable world: The OECD PISA Global Competence Framework*. OECD. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/global-competence/Handbook-PISA-2018-Global-Competence.pdf>
- Opertti, R. (2017). *Quinze clés d'analyse pour renforcer l'Agenda Éducation 2030* [Versión en español]. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259069_spa
- Pettig, F. & Ohl, U. (2023). Dealing with uncertainty in a transformative education for sustainability. En: Muñiz Solari, O., Schrüfer, G. (eds) *Understanding sustainability with pedagogical practice. Advances in Geographical and Environmental Sciences*, pp 29-40. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-2687-9_3
- Raia, F. (2005). Students' understanding of complex dynamic systems. *Journal of Geoscience Education*, 53(3), 297-308.
- R Core Team. (2025). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Rodgers, V. L., Scanga, S. E., St. Juliana, J. R., Tietjen, E. S., Honea, J. M., Byrne, L. B., ... Middendorf, G. (2024). Four-dimensional ecology education (4DEE) for everyone. *Frontiers in Ecology and the Environment*, e2749. <http://doi.org/10.1002/fee.2749>
- Soltis, N.A., McNeal, K.S. & Schnittka, C.G. (2021). Understanding undergraduate student conceptions about biogeochemical cycles and the earth system. *Journal of Geoscience Education*, 69(3), 265-280. <https://doi.org/10.1080/10899995.2020.1858267>
- Tovar-Gálvez, J.C. (2022). Sustainability and cultural inclusion: Considering ontological, epistemological, and educational diversity. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 18(3), e2273. <https://doi.org/10.21601/ijese/12213>
- Tovar-Gálvez, J.C. & Fernández-Aragón, C. (2025). Emergencia de lo local en la enseñanza intercultural de las ciencias: profesorado en formación estableciendo puentes entre culturas. *Holos*. <https://doi.org/10.15628/holos.2025.18952>
- UNESCO. (2021). *Getting every school climate-ready: How countries are integrating climate change issues in education*. UNESCO.
- UNESCO. (2024). *Curriculum and learning imperatives in a changing world. Prospects: Comparative Journal of Curriculum, Learning and Assessment* 54. UNESCO.
- VERBI Software. (2024). MAXQDA (Version 24) [Computer software]. <https://www.maxqda.com>