

# ¿Cómo se enfoca en los libros de texto de secundaria la producción y el consumo responsable de los minerales?

---

## *How do Secondary Education textbooks address responsible consumption of mineral resources?*

**GUIOMAR CALVO SEVILLANO<sup>1</sup> Y PEDRO LUCHA LÓPEZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza. c/Pedro Cerbuna 12. 50007. Zaragoza. gcalvose@unizar.es

<sup>2</sup> Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza. c/Valentín Cardenera 4. 22003. Huesca. plucha@unizar.es

---

**Resumen** Dada la relevancia que tienen los minerales en una sociedad globalizada, se ha analizado cómo se aborda la producción y el consumo responsable de este tipo de recursos tanto en la legislación educativa como en los libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Se ha comparado la evolución de los contenidos relacionados con estos temas en la legislación educativa y se han analizado 19 libros de texto de ESO y Bachillerato. Se ha visto que, aunque en la legislación vigente sí se hace mención del uso y consumo responsable de minerales de forma explícita, es algo que no siempre queda reflejado en los libros de texto. No se suele trabajar cómo hacer un uso crítico y consciente de los minerales, sino que los manuales se centran en describir los impactos medioambientales negativos asociados al sector minero. Son escasos los contenidos relacionados con aspectos de tipo económico, técnico y/o social, que aparecen casi siempre mencionados a través de ejemplos puntuales, como la extracción de coltán. Además, gran parte de estos contenidos se incluyen en temas independientes que no siempre permiten que el alumnado pueda vincularlos entre sí, perdiéndose la oportunidad de que pueda reflexionar en torno a cómo se puede actuar, tanto a título individual como a nivel global, para evitar el agotamiento de los minerales y fomentar su producción y consumo responsable.

**Palabras clave:** Consumo responsable, currículum, Educación Secundaria, libros de texto, minerales.

**Abstract** *Given the relevance of minerals in a globalized society, an analysis was conducted to determine how responsible mineral production and consumption are addressed in educational legislation and secondary textbooks. The contents of the current and previous legislation, as well as 19 secondary textbooks, have been analyzed. Although current legislation does mention the responsible use and consumption of minerals explicitly, these concepts are not always developed in textbooks. They focus on describing the negative environmental impacts associated with the mining sector rather on how to make a critical and conscious use of these resources. There is little content related to economic, technical and/or social aspects and, when included, it's through very specific examples, such as the case of coltan. Besides, much of this content is included in separate sections making it impossible for students to link them together. This can cause missed chances to make them reflect on how they can act, both individually and globally, to prevent the depletion of minerals and promote their responsible production and consumption.*

**Keywords:** *Responsible consumption, curriculum, Secondary Education, textbooks, mineral resources.*

---

## INTRODUCCIÓN

En la última reforma educativa se ha reconocido la importancia de incorporar contenidos relacionados con el desarrollo sostenible, y especialmente con la Agenda 2030 adoptada por la Asamblea Ge-

neral de la ONU en el año 2015. En ella se plantearon un total de 17 objetivos de desarrollo sostenible para que sirvieran de base para los programas de desarrollo a nivel mundial hasta el año 2030 (Naciones Unidas, 2015). Algunos de estos objetivos están encaminados a erradicar el hambre o la pobreza,

lograr la igualdad de género o promover la paz. En concreto, el número 12, se centra específicamente en la producción y el consumo responsables a través de la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos o la reducción de los residuos mediante acciones como el reciclaje, la reutilización y la educación para el desarrollo sostenible, entre otros.

La ciudadanía es cada vez más consciente de que nuestra sociedad está basada en el uso de recursos naturales y de que hay distintos sectores, como el energético o el industrial, que están produciendo impactos importantes en el planeta (Suso Araico et al., 2023). Una de las principales causas de la actual crisis medioambiental se debe a la explotación masiva de recursos naturales para cubrir la demanda generada por las necesidades humanas (Roy, 2021). En este contexto, el estudio de las Ciencias de la Tierra debe servir, además de para que la población tenga una visión de cómo funciona nuestro planeta y conozca los cambios que ha sufrido a lo largo del tiempo, para que tenga conocimientos sobre la conveniencia de fomentar un consumo y uso responsable de los minerales, buscar alternativas o incluso promover su reutilización (Pedrinaci, 2002).

A lo largo de la enseñanza obligatoria se tratan los minerales en distintos cursos, haciendo especial énfasis en sus propiedades, usos y formación, aunque se ha constatado que estos conceptos se suelen trabajar de forma independiente y no progresiva (Laita et al., 2018). Las actividades consisten mayoritariamente en observar fotografías y/o ejemplares para tratar de clasificarlos en función de sus propiedades (Bravo et al., 2016) o en vincular determinados minerales con sus usos más frecuentes (Mazas et al., 2018), pero se suelen dejar de lado aspectos relacionados con su lugar de extracción, qué impactos locales y globales tiene esta extracción y, especialmente, cómo nuestros hábitos de consumo influyen en todo este proceso.

En las aulas, los libros de texto representan el saber oficial que debe alcanzar el alumnado e, históricamente, tienen la función de interpretar y concretar aquello que aparece en el currículo oficial (del Carmen y Jiménez Aleixandre, 2010; Braga Blanco y Belver Domínguez, 2016). En España, cerca del 28% del total de facturación del sector del libro corresponde a la venta de libros de texto (ANELE, 2023) y, tanto las familias como el profesorado, los consideran un recurso imprescindible (Gómez, 2019). Por este motivo, y dada la relevancia del tema en el contexto de una sociedad globalizada, en este trabajo se ha querido analizar cómo se aborda en los libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato la producción y el consumo responsable de los minerales.

## MARCO TEÓRICO

El consumo responsable, tal y como se definió en el simposio sobre consumo sostenible llevado a cabo en 1994 en Oslo (Noruega), es el uso de bienes y servicios que responden a las necesidades básicas

de las personas y que aportan una mejor calidad de vida. Implica una menor generación de residuos y de emisiones contaminantes, minimizar el uso de recursos naturales para asegurar la disponibilidad a las generaciones futuras, así como hacer un uso consciente y crítico, favoreciendo aquellas opciones que estén relacionadas con la equidad social, la sostenibilidad y la conservación del medio (Ofstad et al., 1994).

En función de cuáles son las partes implicadas y qué posibilidades de acción tienen, hay dos enfoques principales. Por un lado, estarían aquellos compromisos o acciones llevadas a cabo por las autoridades o gobiernos. Por otro, las acciones y decisiones que pueden tomar los propios consumidores, tanto de forma colectiva como individual (Roy, 2021). Por ejemplo, en España, casi la mitad de la población dice haber comprado o dejado de comprar productos por cuestiones éticas o para favorecer el medio ambiente (FECYT, 2023).

A nivel individual, puede resultar más complejo detectar qué medidas o acciones se pueden llevar a cabo para evitar el agotamiento de los minerales debido a la sobreexplotación, al contrario de lo que sucede con el consumo responsable de alimentos, que se puede vincular más fácilmente al consumo de alimentos saludables, de cercanía, de temporada, o que generen pocos residuos. Para ello, es posible partir de los tres pilares de la sostenibilidad, relacionados con aspectos de tipo económico, social y medioambiental (Elkinton, 1997). Pensados inicialmente para medir el impacto de las actividades de las empresas, se pueden aplicar también para analizar la sostenibilidad de la producción y el consumo responsable de los minerales. Por sus características, se puede añadir un cuarto pilar relacionado con la tecnología, tanto en la fase de extracción como en las de producción y uso de los minerales (Dewulf et al., 2015).

Cada uno de estos cuatro pilares contempla diversos aspectos (Fig. 1). En la parte correspondiente a la economía, es relevante considerar que uno de los factores clave que va a determinar que la explotación de una mina sea o no rentable es el precio de venta en el mercado de los minerales, los propios metales y su demanda. Esto va unido a que, si la extracción tiene lugar en tan solo unos pocos países a nivel mundial, y si en esos países hay conflictos armados o son políticamente inestables, pueden aparecer limitaciones en el suministro. Así, determinados países han impuesto restricciones en las exportaciones de metales y minerales, introduciendo cuotas o aumentando los impuestos correspondientes, lo que a su vez puede tener un efecto en los precios globales de estas sustancias. China es uno de los principales suministradores de tierras raras en el planeta y, en 2010, debido a una disputa territorial con Japón, los trámites aduaneros y las inspecciones se volvieron tan duras que prácticamente dejaron de llegar tierras raras al país nipón (Mancheri, 2016). Al emplearse allí para fabricar, entre otros, aparatos eléctricos y electrónicos de los que dependen terceros países, esta situación provocó una gran incertidumbre en el mercado. De tal forma que, en apenas

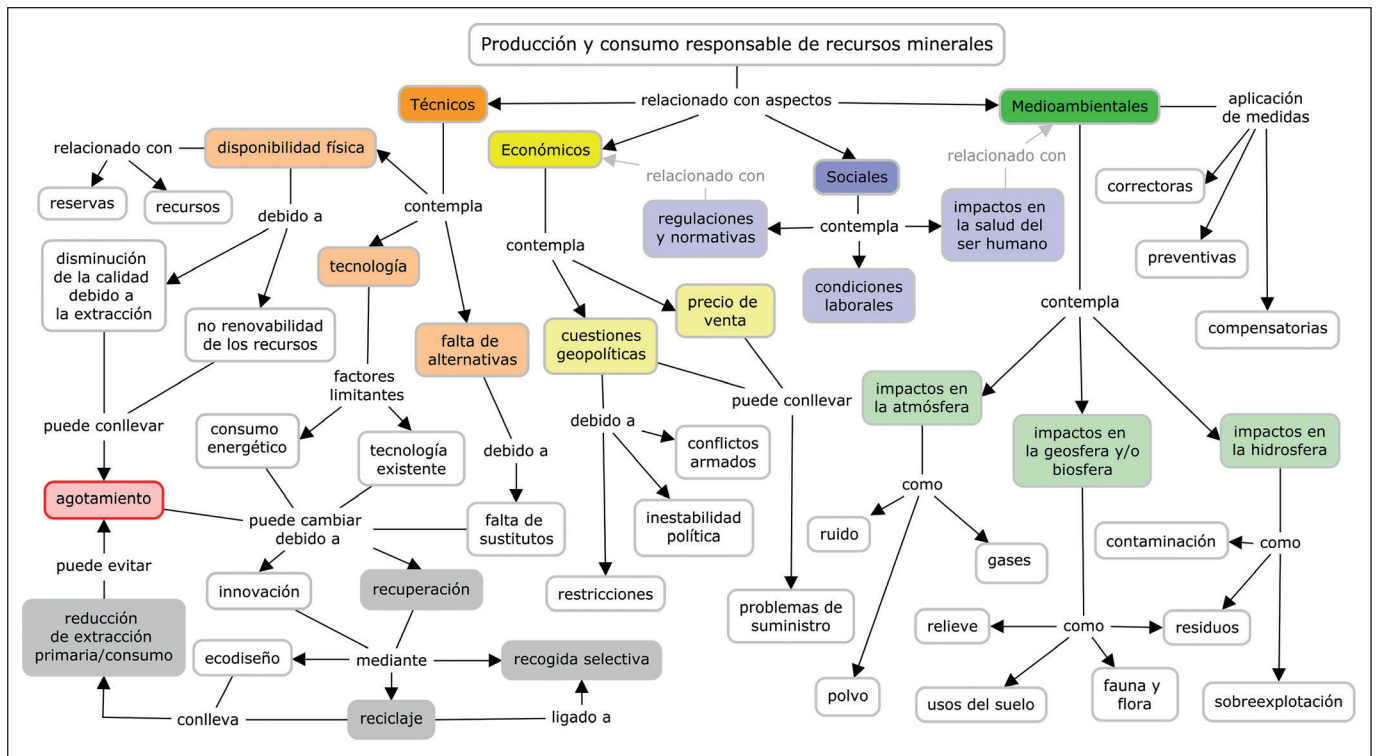


Fig. 1. Mapa conceptual donde se muestran algunos de los aspectos clave relacionados con la producción y el consumo responsable de minerales.

un año, el precio de venta se multiplicó por tres y se aceleró la exploración en busca de nuevos yacimientos en otros lugares del mundo.

En lo que respecta a aspectos sociales, se puede ver a través del ejemplo del coltán, una mezcla de dos minerales (columbita y tantalita) de los que se obtienen metales empleados en aleaciones o para la fabricación de condensadores de alta eficiencia, como los presentes en teléfonos móviles. La República Democrática del Congo es uno de los principales países productores de cobalto, tántalo y niobio. y dispone de las mayores reservas de estos tres elementos (USGS, 2023). En este contexto, además de ser ampliamente conocidas las malas condiciones laborales en las minas en las que se extraen, existen normativas que hacen que las empresas deban garantizar que sus productos no emplean minerales de zonas de conflicto. Uno de estos casos sería la Unión Europea, que cuenta con un reglamento específico para el tántalo, el estaño, el wolframio y el oro (Reglamento UE 2017/821).

Los impactos en el medio causados por la actividad minera se pueden dividir en impactos en la atmósfera, en la hidrosfera y en la geosfera o biosfera. En la actualidad, en muchos países, es obligatorio que las empresas mineras hayan llevado a cabo estudios previos que contemplen los posibles impactos que se puedan producir y en los que se establezcan medidas para prevenirlos, corregirlos o compensarlos, pero en otros todavía no se tienen en cuenta, lo que puede generar importantes problemas a nivel local, regional o incluso global.

Por último, en cuanto a aspectos técnicos, la cantidad de minerales que existen en la corteza terrestre y a los que podemos acceder en la actualidad es limitada, por lo que su extracción supone un cambio en su disponibilidad física. Las mejoras en las tecnologías de extracción han hecho que sea

posible poner en explotación minas con concentraciones muy bajas, y en la actualidad son diversos los proyectos e iniciativas que estudian la viabilidad de reprocesar las escombreras y desechos de minas ya abandonadas para recuperar los valiosos elementos que aún contienen (Magdalena et al., 2021). De forma complementaria, la energía requerida para extraer y procesar los minerales puede actuar como factor limitante, dado que según disminuye la concentración del mineral en una mina, más energía hace falta para obtener la misma cantidad de producto final y más residuos se generan (Valero et al., 2021). Una forma de estimar a largo plazo la extracción, y el agotamiento, de un recurso es mediante el Pico de Hubbert. Según este modelo, la extracción sigue una curva con forma de campana que alcanza en el centro su punto máximo (el pico) tras el cual su calidad va disminuyendo progresivamente hasta dejar de ser rentable o técnicamente posible extraerlo. Esta teoría se ha aplicado, no sin ciertas controversias, a la extracción del petróleo, pero también es posible aplicarla a los minerales (Calvo et al., 2017). Un factor clave que puede hacer aumentar la disponibilidad de los minerales, o de los elementos químicos que se extraen de ellos, es la recuperación o el reciclado. Cuando los combustibles fósiles se queman, no se pueden volver a regenerar. En el caso de los minerales, una vez procesados y extraídos los elementos que tienen interés económico, estos no desaparecen cuando se usan. Técnicamente, podrían recuperarse a través del reciclado y ser reutilizados. Sin embargo, se suelen emplear de forma dispersiva y en cantidades tan pequeñas que técnica y energéticamente no es viable recuperarlos (Valero et al., 2021).

Siendo que las creencias, percepciones, valores y actitudes individuales ayudan a predecir las acciones y comportamientos relacionados con la sostenibilidad.

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA			BIOLOGÍA, GEOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES	GEOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES
1º ESO (n=5)	3º ESO (n=5)	4º ESO (n=4)	1º Bachillerato (n=3)	2º Bachillerato (n=2)
Anaya, Edelvives, McGraw Hill, Santillana (versión de la Comunidad Autónoma de Aragón) y SM	Anaya, Edelvives, McGraw Hill, Santillana (versión de la Comunidad Autónoma de Aragón) y SM	Anaya, Edelvives, McGraw Hill y Santillana	Anaya, McGraw Hill y Santillana	Anaya y Edelvives

nibilidad de la ciudadanía (Roy, 2021), la población debe ser conocedora de estos aspectos y de su relevancia en nuestra sociedad, para saber cómo puede actuar y poder tomar decisiones a la hora de cómo limitar el agotamiento de los recursos minerales y consumirlos de forma más responsable.

## METODOLOGÍA

La investigación se ha centrado en analizar los contenidos relacionados con la producción y el consumo responsable de minerales en la legislación educativa y en los libros de texto. Para ello, una primera fase del análisis ha consistido en revisar la legislación educativa e identificar en qué cursos aparecen contenidos relacionados con esta temática. Se ha contemplado de manera específica la legislación vigente en el año 2023 (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) y la ley inmediatamente anterior (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa; LOMCE). En concreto, se han revisado los Reales Decretos que establecen el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato para cada una de ellas (Real Decreto 217/2022, Real Decreto 243/2022 y Real Decreto 1105/2014). En una segunda fase, se han seleccionado un total de 19 libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato publicados tras la implantación de la LOMLOE con una amplia distribución a nivel nacional (ver Tabla I).

Se han revisado los contenidos completos de cada uno de los manuales para identificar aquellos temas o unidades en los que se menciona la extracción y/o consumo responsable de minerales. Se han empleado un total de nueve categorías de análisis

creadas inicialmente deductivamente que después se han ido modificando y ampliando durante el propio análisis. Esta herramienta se basa en otras similares propuestas por Mampel y Cortés (2012) y Laita et al. (2018).

En concreto, los libros de texto se han analizado empleando la herramienta presentada en la Tabla II. Las dos primeras categorías hacen referencia a la presencia o ausencia de una definición que identifique los minerales como recursos no renovables. Esto es, en la que se incluya una mención concreta a que los minerales son sustancias que existen en una cantidad fija en la corteza terrestre y que se consumen a un ritmo superior al que se pueden regenerar de forma natural. La tercera busca identificar aquellos libros en los que el término “consumo responsable de minerales” aparece mencionado de forma explícita. Las cuatro categorías siguientes se centran en aspectos técnicos, económicos, sociales y medioambientales en relación con la extracción y/o consumo de minerales, dado que todos ellos están relacionados con el consumo responsable de forma directa. La categoría 8 busca analizar las imágenes que se incluyen, tanto en el cuerpo como en las actividades en las que aparecen estos términos mencionados, para lo cual se ha empleado una división basada en Gómez Carrasco y López Martínez (2014). La última categoría, relacionada con las actividades, tiene como objetivo conocer de qué tipo son las que giran en torno a la extracción y/o consumo responsable de minerales, que pueden estar presentes tanto en secciones intermedias como al final de cada unidad o tema.

Es necesario tener en cuenta que, en una gran parte de estas categorías, las distintas opciones no son excluyentes entre sí, pudiéndose mencionar un aspecto concreto de forma genérica en un apartado de un libro de texto y luego de forma más detallada

Tabla I. Resumen de los libros analizados, ordenados por asignatura, curso y editorial.

CATEGORÍAS DE ANÁLISIS			ACLARACIONES SOBRE LAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS
P1. ¿Aparece citado de forma explícita que los minerales no son renovables?	Sí	No	Al hablar de recursos no renovables, se citan (o no) de forma explícita los minerales.
P2. ¿Se define en qué consiste que los minerales no sean renovables?	Sí		Se incluye una definición de recursos no renovables en el contexto de los minerales.
	No		No se incluye una definición de recursos no renovables de ningún tipo.
	Genérico		Se incluye una definición genérica de recursos no renovables, que permite distinguirlos de los renovables, pero no se hace mención específica a los minerales.
P3. ¿Se hace referencia explícita al consumo responsable de minerales?	Sí	No	Se menciona explícitamente (o no) el consumo responsable de minerales.

Tabla II. Herramienta de análisis utilizada para conocer cómo se enfoca el consumo responsable en los libros de texto de secundaria.

CATEGORÍAS DE ANÁLISIS		ACLARACIONES SOBRE LAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	
P4. ¿Se consideran aspectos de tipo técnico en relación con la extracción y/o consumo de minerales?	Sí	Disponibilidad física	Aparece mencionada la escasez de los minerales, o incluso su agotamiento.
		Tecnología disponible	Se hace referencia a la energía necesaria para extraer, transportar y/o procesar los minerales.
		Sustitutos	Se hace referencia a la sustitución de unos minerales por otros (ya sea por tener un impacto en el medio o una toxicidad menor, por ser más abundantes...), o a la falta de sustitutos.
		Genérico	Se hace referencia a aspectos técnicos de forma genérica.
	No	No se hace referencia a aspectos técnicos de ningún tipo.	
P5. ¿Se consideran aspectos de tipo económico en relación con la extracción y/o consumo de minerales?	Sí	Precio de venta	Se hace referencia al precio de venta de los minerales o a cómo su volatilidad puede afectar a su disponibilidad o suministro.
		Cuestiones de tipo geopolítico	Se hace referencia a cómo la concentración de la extracción en unos pocos países (inestables políticamente, que cuentan con medidas que limitan la exportación...) puede afectar al suministro.
		Genérico	Se hace referencia a aspectos económicos de forma genérica.
	No	No se hace referencia a aspectos económicos de ningún tipo.	
P6. ¿Se consideran aspectos de tipo social en relación con la extracción y/o consumo de minerales?	Sí	Condiciones laborales y/o sociales	Se hace referencia a las condiciones de trabajo relacionadas con la explotación de minerales en general y/o con minerales que se extraen en zonas de conflicto.
		Normativas o regulaciones	Se hace referencia a la existencia de normativa regional, nacional o internacional para regular el suministro y/o venta de determinados elementos desde un punto de vista social.
		Impacto en la salud del ser humano	Se hace referencia al impacto debido a las emisiones generadas durante la extracción y/o procesamiento de los recursos minerales en la salud del ser humano.
		Genérico	Se hace referencia a aspectos sociales de forma genérica.
	No	No se hace referencia a aspectos sociales de ningún tipo.	
P7. ¿Se consideran aspectos de tipo medioambiental en relación con la extracción y/o consumo de minerales?	Sí	Impactos en la hidrosfera	Se hace referencia a impactos relacionados con la extracción y/o consumo de minerales en las aguas superficiales y/o subterráneas (incluyéndose aquellos asociados a accidentes) o a formas de mitigarlos.
		Impactos en la geosfera y/o biosfera	Se hace referencia a impactos relacionados con la extracción y/o consumo de minerales en fauna, flora y suelo (incluyéndose aquellos asociados a accidentes) o a formas de mitigarlos.
		Impactos en la atmósfera	Se hace referencia a impactos relacionados con la extracción y/o consumo de minerales en la atmósfera (incluyéndose aquellos asociados a accidentes) o a formas de mitigarlos.
		Genérico	Se hace referencia a aspectos medioambientales de forma genérica.
	No	No se hace referencia a aspectos medioambientales de ningún tipo.	
P8. ¿Qué tipo de imágenes se incluyen en relación con la extracción y/o consumo de minerales?	Estética-motivadora	Fotografía o ilustración que solo sirve para acompañar la lectura del cuerpo de texto que acompaña o está incluida por motivos estéticos, puede no llevar pie de figura	
	Comprobadora de conocimientos	Fotografía o ilustración que acompaña a actividades de tipo evaluativo (ejercicios al final de una página, del tema o unidad...)	
	Descriptiva o ilustrativa	Fotografía, ilustración o diagrama que sirve para clarificar un concepto	
P9. ¿Qué tipo de actividades se incluyen en relación con la extracción y/o consumo de minerales?	Teóricas	Solo se incluyen actividades cuya respuesta está incluida explícitamente en el texto.	
	Prácticas y/o aplicadas	Solo se incluyen actividades cuya resolución implica aplicar la teoría y demostrar que se han comprendido los contenidos.	
	Bibliográficas	Actividades cuya resolución solo implica una búsqueda de información en diversas fuentes (libros, internet...)	

en otro lugar. En cualquier caso, si un mismo elemento (una definición, mención a un aspecto concreto...) aparece en varios lugares de un mismo libro de texto, se contabilizan todas las veces que aparece, pero, para el análisis comparativo entre libros de texto, solo se tiene en cuenta si aparece mencionado o no, independientemente del número de veces que lo haga.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### En la legislación educativa

En la Tabla III aparecen reflejados los contenidos y/o saberes básicos de las asignaturas que figuran en la legislación nacional que están relacionados con alguno de los aspectos de la producción y el consumo responsable de minerales, no incluyen-

dose aquellos contenidos o saberes más genéricos, como los relacionados con los impactos medioambientales del ser humano, que pueden vincularse con la minería o con cualquier otro sector. Hay que tener en cuenta que algunas de estas asignaturas son, dependiendo del nivel, materias comunes o materias que elige el alumnado de entre una lista prefijada. Cada Comunidad Autónoma puede, además, ofrecer otras asignaturas en las que pueden aparecer contenidos adicionales, pero, al tratarse de materias optativas, su análisis está fuera del alcance de este trabajo.

En el caso del primer ciclo de la ESO, en la legislación se incluyen conjuntamente los contenidos para 1º y 3º, siendo las Comunidades Autónomas las encargadas de separarlos y/o de concretarlos más. Los contenidos sobre ecología que estaban anteriormente en 4º ESO, en la legislación vigente

	LOMCE (contenidos y criterios de evaluación)		LOMLOE (saberes básicos)
1º y 3º ESO	<i>Biología y geología</i>		<i>Biología y geología</i>
	Bloque 2. Los minerales y las rocas: sus propiedades, características y utilidades.	Reconocer las propiedades y características de los minerales y de las rocas, distinguiendo sus aplicaciones más frecuentes y destacando su importancia económica y la <b>gestión sostenible</b> .	B. Conceptos de roca y mineral: características y propiedades. Usos de los minerales y las rocas: su utilización en la fabricación de materiales y objetos cotidianos. E. La importancia de los hábitos sostenibles ( <b>consumo responsable</b> , prevención y gestión de residuos, respeto al medio ambiente, etc.).
4º ESO	<i>Biología y geología</i>		<i>Biología y geología</i>
	Bloque 3. Los recursos naturales y sus tipos. Consecuencias ambientales del consumo humano de energía.	Expresar como se produce la transferencia de materia y energía a lo largo de una cadena o red trófica y deducir las consecuencias prácticas en la <b>gestión sostenible</b> de algunos recursos por parte del ser humano.	-
1º Bach.	<i>Biología y geología</i>		<i>Biología, geología y ciencias ambientales</i>
	Bloque 7. Minerales y rocas. Conceptos. Clasificación genética de las rocas	Seleccionar e identificar los minerales y los tipos de rocas más frecuentes, especialmente aquellos utilizados en edificios, monumentos y otras aplicaciones de interés social o industrial.	B. El medio ambiente como motor económico y social: importancia de la evaluación de impacto ambiental y de la <b>gestión sostenible de recursos</b> y residuos. D. La importancia de los minerales y las rocas: usos cotidianos. Su explotación y <b>uso responsable</b> .
2º Bach.	<i>Geología</i>		<i>Geología y ciencias ambientales</i>
	Bloque 8. Recursos renovables y no renovables.	Comprender los conceptos de recursos renovables y no renovables, e identificar los diferentes tipos de recursos naturales de tipo geológico.	G. Conceptos de recurso, yacimiento y reserva. Impacto ambiental y social de la explotación de diferentes recursos (hídricos, paisajísticos, mineros, energéticos, edáficos, etc.). Importancia de su extracción, uso y <b>consumo responsable</b> de acuerdo a su tasa de renovación e interés económico y a la capacidad de absorción y gestión sostenible de sus residuos.
	Bloque 8. Exploración, evaluación y explotación sostenible de recursos minerales y energéticos.	Explicar el concepto de yacimiento mineral como recurso explotable, distinguiendo los principales tipos de interés económico. Conocer las diferentes etapas y técnicas empleadas en la <b>exploración, evaluación y explotación sostenible de los recursos minerales</b> y energéticos.	La explotación de rocas, minerales y recursos energéticos de la geosfera: tipos y evaluación de su impacto ambiental. Los impactos ambientales y sociales de la explotación de recursos (hídricos, paisajísticos, mineros, energéticos, edáficos, etc.): medidas preventivas, correctoras y compensatorias.
	La gestión y protección ambiental en las explotaciones de recursos minerales y energéticos.	Entender la <b>gestión y protección ambiental</b> como una cuestión inexcusable para cualquier explotación de los recursos minerales y energéticos.	

Tabla III. Selección de los contenidos curriculares en Educación Secundaria y Bachillerato relacionados con los minerales y su consumo responsable en la LOMCE y en la LOMLOE para distintas asignaturas. En negrita aparecen resaltados algunos de los términos clave.

figuran en el primer ciclo. Con la LOMCE los contenidos relacionados con el consumo responsable de minerales y la gestión sostenible se incluían en el apartado de geología (La Tierra en el universo) mientras que con la LOMLOE están en el bloque de Ecología y sostenibilidad, de forma genérica. Así, al hablar de consumo responsable en la ESO, se trata el consumo sostenible o el respeto al medioambiente en términos generales, lo que impide establecer una conexión clara con los recursos minerales o cómo enfocarlo desde esta perspectiva, siendo esta falta de conexión entre contenidos relacionados con los minerales un problema ya detectado previamente (Laita et al., 2018).

En 1º Bachillerato, sí aparece explícitamente la mención a la explotación y uso responsable de los minerales, algo que antes no existía, por lo que es de esperar que aspectos relacionados con estos términos aparezcan en los nuevos libros de texto. En el caso de la asignatura de 2º Bachillerato, el alumnado debe elegirla voluntariamente de entre una lista en la que se incluyen otras como Física, Química, Biología o Dibujo técnico II, pero de nuevo aparecen incluidos conceptos relacionados con el uso y consumo responsable de los recursos, entre los que se citan los minerales. Dado que en ambos cursos de Bachillerato sí aparecen los términos uso o consumo responsable de minerales, en apariencia, y al igual que sucedía en legislaciones incluso anteriores (Pedrinaci, 2002), los conocimientos parecerían ser suficientes para proporcionarles al alumnado una visión completa sobre el tema.

### En los libros de texto

En doce de los libros de texto analizados aparece citado expresamente que los minerales son recursos no renovables (P1) pero solamente se define conceptualmente en qué consiste, aunque sea de forma parcial o incompleta (“tardan mucho tiempo en formarse”, “no pueden reponerse”) en nueve de ellos (P2). En el resto, la definición que aparece es muy genérica y hace referencia a todos los recursos no renovables, sin incluir ejemplos.

Las menciones explícitas al consumo responsable o expresiones afines (uso responsable, uso adecuado, buena gestión, explotación sostenible...) (P3) solo aparecen en cuatro libros de 1º ESO y en uno de 1º Bachillerato. En el resto de los libros de ESO no aparece referencia alguna y en los restantes de Bachillerato lo hace de forma genérica, al hablar de la gestión de los recursos naturales o del consumo sostenible de bienes y servicios. Llama la atención el contraste con lo observado en la legislación vigente, donde sí aparece explícitamente incluido en todos los niveles, exceptuando 4º ESO. Especialmente relevante es lo que sucede en Bachillerato, donde en la legislación sí aparece tanto el uso como el consumo responsable relacionado de forma específica con los minerales. Aun así, de los tres libros analizados de 1º Bachillerato, tan solo en uno de ellos se establece este vínculo, no apareciendo tampoco en ninguno de los dos libros de texto de 2º Bachillerato revisados.

De todos los aspectos considerados (P4 a P6), aquellos que aparecen con menos frecuencia son

la sustitución de unos elementos por otros (de tipo técnico), el precio de venta de los minerales (de tipo económico), o la existencia de normativas o regulaciones (de tipo social) (ver Anexo). En cuanto a la distribución por niveles, casi todas las editoriales han optado por incluir este tipo de contenidos en los libros destinados a 1º ESO. Solo en dos libros de 3º ESO aparecen aspectos de tipo técnico, económico o social relacionados con la producción y el consumo responsable de minerales. En todos los libros de Bachillerato aparece mencionado al menos uno de los elementos relacionados con aspectos técnicos, pero se detecta una presencia desigual de aspectos sociales y económicos.

La disponibilidad física está presente en once libros (relacionado con P4), haciendo referencia a que los minerales son escasos o que es necesario frenar su sobreexplotación para evitar que se agoten. En un libro de 1º Bachillerato se llega a relacionar con la tecnología, concretando que, si esta mejora, podrían explotarse yacimientos anteriormente inaccesibles, y también con aspectos de tipo económico, indicando que, si baja mucho el precio de venta, un yacimiento puede dejar de ser rentable. En otro de 2º Bachillerato, al hablar del ciclo del aluminio, se compara la energía necesaria para extraerlo de las minas con la que se requiere durante su reciclado, que es mucho menor. Sin embargo, apenas se hace referencia en los libros a la posibilidad de sustituir elementos escasos por otros más abundantes, o a la falta de sustitutos, que puede obligar a buscar nuevas formas de obtener una mayor cantidad de dichos elementos. En el mejor de los casos, solo se hace mención a la necesidad de sustituir los recursos no renovables por otros que sean renovables, estableciendo únicamente conexiones con el sector de la generación de energía, o se plantea un debate sobre las implicaciones éticas, ambientales y políticas de extraer materias primas de asteroides u otros planetas.

A pesar de que en menos de la mitad de los libros analizados se incluyen aspectos económicos (P5), cuando aparecen, están relacionados con cuestiones de tipo geopolítico a través de ejemplos concretos como la extracción de tierras raras en China o del coltán en la República Democrática del Congo. En este último caso, suele ir vinculado a aspectos de tipo social (P6), debido a las condiciones de extracción. De forma genérica, se alude a las condiciones laborales de los trabajadores en las minas y a los efectos que puede tener esta actividad en su salud, especialmente en los libros de 1º ESO y 2º Bachillerato. La parte relacionada con la existencia de normativas o regulaciones es la menos habitual, aunque sí se encuentran menciones puntuales a que es responsabilidad del gobierno de cada país certificar que las explotaciones no están en manos de grupos armados o que sean fuente de conflictos, o a que los fabricantes deben asegurarse de la trazabilidad de los minerales que emplean, siendo obtenidos según las normativas establecidas. En general, se aprecia un gran salto en algunos contenidos; diversos aspectos que inicialmente se incluyen en 1º ESO apenas se retoman hasta 2º Bachillerato, asignatura que es opcional, por lo que gran parte del

alumnado se queda con la imagen que se les da en el primer ciclo de la ESO.

En lo relativo a los aspectos medioambientales (P7), lo que suele aparecer son frases muy genéricas que engloban a casi todos los recursos naturales, no solo a los minerales, aunque en dos de los libros analizados no aparece nada sobre esto. En otros quince libros aparecen mencionados de forma breve y, la gran mayoría de las apariciones tienen lugar en temas o unidades relacionados con las actividades del ser humano y su impacto en el medio o con el desarrollo sostenible. Estos temas, más genéricos, no se centran en la extracción de minerales, pero sí suelen aparecer como ejemplo que puede dar lugar a impactos negativos. En muchos casos, cuando aparece una mención genérica, se concreta posteriormente, incluyendo más detalles sobre los impactos de la extracción de los minerales en la geosfera y biosfera (impactos sobre la fauna o la flora, presencia de metales pesados en el suelo, destrucción del paisaje...) y en la hidrosfera (consumo de agua, contaminación de aguas superficiales y/o subterráneas, cambios en el nivel freático...). Aun así, aparecen citados tan solo en uno de cada cuatro libros aspectos relacionados con los impactos en la atmósfera (incluyendo como ejemplos el deterioro de la calidad del aire, emisión de gases o polvo), predominando claramente en los libros de texto destinados a Bachillerato frente a los de la ESO (Fig. 2).

En los tipos de imágenes (P8) y actividades (P9), las categorías tampoco son excluyentes entre sí, dado que en un mismo libro pueden coexistir imágenes y/o actividades que pertenezcan solo a una o a varias categorías. En el Anexo se puede ver en qué niveles educativos aparecen cada una de ellas, estando representadas casi todas ellas en uno u otro manual. Respecto del total de todas las imágenes que aparecen relacionadas con la producción y el consumo responsable de minerales en los 19 libros de texto, predominan las estéticas-motivadoras (48%) y las descriptivas (40%). La gran mayoría consisten en fotografías de explotaciones a cielo abierto, galerías subterráneas o residuos mineros, que pueden ir o no acompañadas de fragmentos de texto que explican la diferencia entre el proceso de extracción de minerales en superficie o en profundidad.

Las imágenes comprobadoras de conocimientos, mucho menos frecuentes (Fig. 3), se incluyen en actividades en las que el alumnado debe, a partir de varias fotografías, identificar aquellas que corresponden a explotaciones subterráneas o en superficie. Por último, en cuanto a las actividades (P9), predominan las prácticas y/o aplicadas, o una mezcla de bibliográficas con prácticas y/o aplicadas, en las que primero el alumnado debe buscar información para luego responder a preguntas que requieren un cierto grado de reflexión y argumentación.

## CONSIDERACIONES FINALES

A pesar de que sí aparecen presentes en la legislación en determinados cursos la gestión, el consumo y el uso responsable, específicamente, de los minerales, rara vez estos aspectos se abordan en

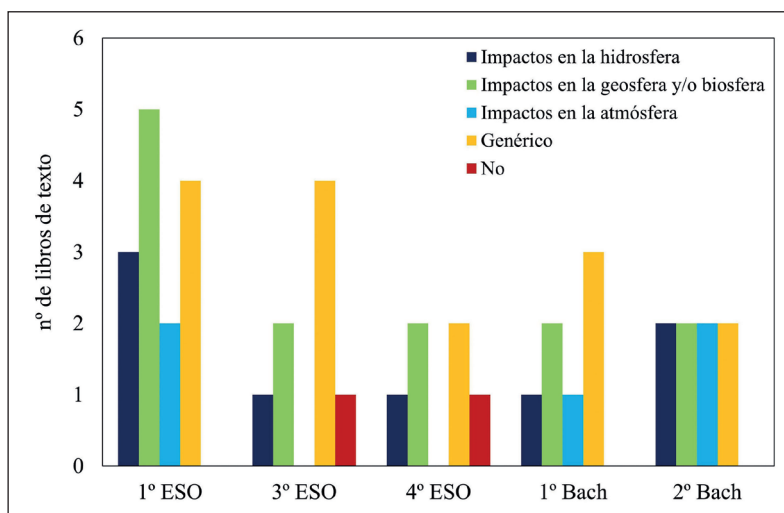


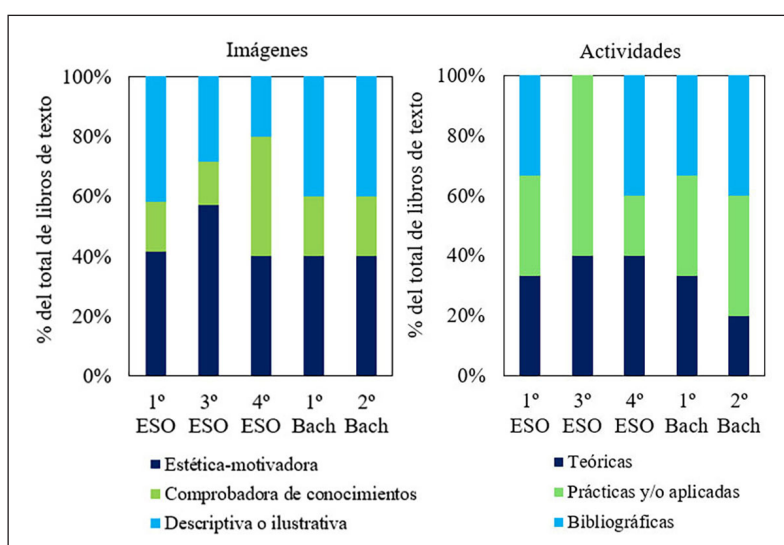
Fig. 2. Diversidad de aspectos medioambientales contemplados en los distintos libros de texto analizados.

profundidad en los libros de texto. Sí se hace suficiente énfasis en que los recursos minerales no son renovables, pero al contrario de lo que sucede con los combustibles fósiles, apenas se habla de las distintas problemáticas asociadas a esta disponibilidad finita o las distintas estrategias que se pueden seguir para solventarlas.

Tanto la producción como el consumo responsable de minerales se trabaja de forma fragmentada y parcial, y en ocasiones de forma indirecta, en los libros de texto de ESO y Bachillerato. Se suele partir de una descripción del tipo de impactos que puede tener la minería, especialmente los impactos medioambientales negativos, pero rara vez se incluyen medidas que podrían tomarse, a nivel global, local o incluso individual, para determinar qué implicaría un excesivo consumo, el agotamiento de los minerales o cómo cada persona puede hacer un uso responsable de estos recursos, como sí se hace con otro tipo de materiales y bienes de consumo (plásticos, papel, vidrio, alimentos...). Se aborda de manera genérica, poco cercana al alumnado, pareciendo más un problema ajeno que algo sobre lo que realmente puedan ejercer un cierto control.

Para poder integrar estos saberes junto a otros relacionados con el consumo responsable, el origen

Fig. 3. Tipos de imágenes y de actividades que aparecen en los libros de texto analizados.



o las propiedades de los minerales, es necesario que todos estos contenidos relacionados se trabajen de forma conjunta y contextualizada. El alumnado debe ser consciente del uso que le damos a los minerales, y a los elementos químicos que se recuperan a partir de ellos, en la vida cotidiana. Por ejemplo, en casi todos los libros de texto se habla de la importancia de las energías renovables para mitigar los efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero rara vez se menciona que, para fabricar los aerogeneradores, vehículos eléctricos o placas solares, hacen falta numerosos metales que solo podemos obtener a partir de la extracción y procesamiento de los minerales (Valero et al., 2021).

La extracción del coltán o el cobalto son claros ejemplos que permiten abordar las propiedades y los usos de los minerales (qué características tienen o los metales que se obtienen de ellos, por qué son necesarios para la fabricación de dispositivos electrónicos, en qué lugares de la geosfera y en qué condiciones se formaron los yacimientos que contienen estos minerales, etc.), además de cuestiones de tipo técnico (dónde se extrae y cuánto se piensa que queda en la corteza, la búsqueda de sustitutos, la posibilidad de recuperarlos a través del reciclaje), económico (cambios en los precios de los elementos que se obtienen a partir de su procesamiento, conflictos y guerras asociadas) social (normativas relacionadas con los “minerales de sangre”, condiciones laborales e impactos en la salud de las personas que lo extraen y procesan) y medioambiental (impactos de la extracción y procesamiento en la atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera a nivel local, pero también global). Aun así, cuando estos aspectos, habitualmente relacionados con el coltán, aparecen en los libros de texto, suele ser en forma de actividad que consiste en llevar a cabo una búsqueda bibliográfica sobre solo unos pocos de estos ítems y un debate posterior, perdiéndose la oportunidad de que el alumnado adquiera una visión holística del problema que supone el agotamiento de los recursos y de la importancia de su consumo responsable. Por otro lado, el coltán no es la única sustancia que puede favorecer este enfoque integral de los minerales; las tierras raras, por sus usos tecnológicos, o el litio, por su relevancia en el sector de las energías renovables, pueden servir como hilo conductor para actividades que permitan profundizar más sobre dichos aspectos.

En lo que respecta al sector de la minería, igual de relevante puede ser reflexionar en torno a otros aspectos suplementarios, como el transporte de materias primas, que se suele abordar de manera muy general o simplista, así como el consumo y la eficiencia energética en las minas, existiendo ya numerosas explotaciones cuya fuente principal de energía proviene de fuentes renovables. Puede resultar de interés abordar el uso y gestión de los recursos hídricos en concreto, pero también de los residuos que se generan que, en algunos casos, pueden incluso reaprovecharse en otras industrias fomentando una economía circular.

De forma complementaria, puede ser interesante que el alumnado reflexione sobre qué pasaría si se agotase alguno de estos elementos o sustancias

y sobre cómo nos podría afectar, trabajando así dimensiones temporales (comparando pasado, presente y futuro) y espaciales (impactos a nivel local y global). En uno de los libros de 2º Bachillerato analizados, aparece una actividad en la que se solicita al alumnado que busque información sobre la teoría del Pico de Hubbert aplicada a distintos recursos. Esta teoría incluso figura entre los saberes básicos de algunas de las asignaturas específicas y optativas de determinadas Comunidades Autónomas. Dos ejemplos serían la asignatura de *Ciencias de la Tierra y del Medioambiente* y la de *Geología y Ciencias Ambientales*, ambas presentes en la legislación educativa vigente en Aragón, en la que se emplea el Pico de Hubbert para ilustrar el agotamiento de los recursos geológicos no renovables y los límites del crecimiento (ORDEN ECD/1173/2022).

Por otro lado, existen diversas iniciativas que promueven el uso y consumo responsable de recursos minerales y/o metales que empleamos en nuestra vida diaria a través del ecodiseño, el reciclado, la reparación o la reutilización. Darlas a conocer puede ayudar al alumnado a comprender qué pueden hacer a nivel individual. Un ejemplo es el FairPhone, un teléfono móvil de diseño modular que lleva en el mercado más de una década y donde los usuarios pueden reemplazar los componentes electrónicos que dejen de funcionar (FairPhone, 2024). Así, promueven un uso sostenible de los recursos y los metales que contiene, alargando la vida útil de los dispositivos, al evitarse las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la fabricación de un nuevo dispositivo y disminuyendo los residuos electrónicos al no tener que desechar un aparato en el que una gran parte de sus componentes todavía funcionan. La cantidad de residuos asociados a los equipos eléctricos y electrónicos no deja de aumentar y una gran parte no recibe el tratamiento adecuado, por lo que todos aquellos elementos presentes en este tipo de aparatos no se pueden reutilizar y es necesario recurrir a la minería para poder fabricar nuevos dispositivos. Existen iniciativas que fomentan la recogida, reparación, reutilización o recuperación de los elementos que contienen, habiéndose puesto en marcha plantas piloto en distintos países y existiendo diversos estudios que recomiendan llevar a cabo iniciativas en las que se establezcan recompensas para impulsar la recolección (Valero et al., 2021; Peng y Su, 2022).

Un último factor relevante es que, para tratar de evitar el agotamiento de cualquier tipo de recurso, a la par que fomentar su reutilización o consumo a un ritmo sostenible, otra opción consistiría en disminuir dicho consumo. En este sentido, en uno de los libros de texto analizados, se hace una breve mención a la necesidad de reducir el creciente consumo individual para limitar los impactos del ser humano en el medio. Esto podría dar pie a trabajar conceptos como el decrecimiento, término acuñado en la década de 1970, el día de sobrecapacidad de la Tierra, la huella ecológica de todo lo que empleamos en nuestro día a día y no solo la asociada al consumo de agua, entre otros.

Los aspectos anteriormente mencionados, a pesar de aparecer en la legislación en muchos casos

explícitamente, no siempre están presentes en los libros de texto actuales. Poder trabajarlos de manera adecuada, e incorporar otros contenidos de forma contextualizada, podría permitir al alumnado, al finalizar su educación, ser consciente y tener una visión más crítica sobre las diversas formas de consumo que existen, tanto a nivel individual como grupal, para así saber cómo actuar para evitar el agotamiento de los minerales y que la producción y el consumo de minerales a nivel global sea más sostenible.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2021-1236150A-I00 de la AEI y al Grupo de referencia Beagle - Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (S27\_23R, Gobierno de Aragón).

## BIBLIOGRAFÍA

- ANELE (2023). El libro educativo en España: Curso 2023-2024. Asociación Nacional de Editores de Libros y material de Enseñanza. Disponible en: <https://anele.org/pdf/230907TXT-ANELE-Informe-El-libro-educativo-23-24.pdf>
- Braga Blanco, G. y Belver Domínguez, J. L. (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación*, 27, 1, 199-218. [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2016.v27.n1.45688](http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45688)
- Bravo, B., Mateo, E., Mazas, B., Lucha, P. y Martínez-Peña, M.B. (2016). Promover la competencia de modelización a través de la construcción del modelo de mineral. XIX Simposio sobre Enseñanza de Geología, 85-95, Ed. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.
- Calvo, G., Valero, A. y Valero, A. (2017). Assessing maximum production peak and resource availability of non-fuel mineral resources: Analyzing the influence of extractable global resources. *Resources, Conservation & Recycling*, 125, 208-217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.06.009>
- del Carmen, L. M. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 66, 48-55.
- Dewulf, J., Mancini, L., Blengini, J.A., Sala, S., Latunussa, C. y Pennington, D. (2015). Toward and overall analytical framework for the integrated sustainability assessment of the production and supply of raw materials and primary energy. *Journal of Industrial Ecology*, 19 (6), 963-977. <https://doi.org/10.1111/jiec.12289>
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks—The triple bottom line of the 21st century business*. Capstone. 146 p.
- Fairphone (2024). *Fairphone's Impact Report 2023. Change is in your hands*. Disponible en: <https://www.fairphone.com/wp-content/uploads/2024/06/Fairphone-2023-Impact-Report-.pdf>
- FECYT (2023). *Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología: 2022. Informe de resultados*. Fundación Española para la Ciencia y Tecnología. Disponible en: <https://www.fecyt.es/es/noticia/encuestas-de-percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>
- Gómez, R. (2019). *Estudio sobre el papel y valor de los contenidos educativos en las aulas*. Grupo Análisis e Investigación. Recuperado de <http://www.analisis-investigacion.com/>
- Gómez Carrasco, C. J. y López Martínez, A. M. (2014). Las imágenes de los libros de texto y su función en la enseñanza de la historia. Diseño de un instrumento de análisis. *Enseñanza de las ciencias sociales*, 13, 17-29.
- Laita, E., Mateo, E., Mazas, B., Bravo, B. y Lucha, P. (2018). ¿Cómo se abordan los minerales en la enseñanza obligatoria? Análisis del modelo de mineral implícito en el currículo y en los libros de texto en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26.3, 256-264.
- Magdalena, R., Valero, A., Calvo, G., Alguacil, F. J. y Gómez, F. A. L. (2021). Simulation to recover niobium and tantalum from the tin slags of the old Penouta mine: a case study. *Minerals*, 11, 1123. <https://doi.org/10.3390/min11011123>
- Mampel, L. y Cortés, A. L. (2012). El concepto “dinosaurio” en los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20.3, 239-248.
- Mancheri, N. A. (2016). An Overview of Chinese Rare Earth Export Restrictions and Implications. En: *Rare Earth Industry* (Eds.: I. Borges De Lima y W. Leal Filho, pp 21-36. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802328-0.00002-4>
- Mazas, B., Bravo, B., Mateo, E., Lucha, P., Cortés, A. y Martínez-Peña, B. (2018). Llevamos los minerales al aula: actividades para trabajar la modelización. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26.3, 340-351.
- Naciones Unidas, Asamblea General (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A/RES/70/1 (25 de septiembre de 2015). Disponible en: <https://undocs.org/es/A/RES/70/1>
- Ofstad, S., Westly, L. y Bratelli, T. (1994). Symposium: Sustainable Consumption. Ministry of Environment, Oslo, Norway.
- ORDEN ECD/1173/2022, de 3 de agosto, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Peng, W. y Su, D. (2022). Novel ICT System for Recycling and Eco-Shopping. *Sustainability*, 14, 7687. <https://doi.org/10.3390/su14137687>
- Pedrinaci, E. (2002). La geología en el Bachillerato: un análisis del nuevo currículum. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10.2, 125-133.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato.
- Reglamento UE 2017/821 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2017 por el que se establecen obligaciones en materia de diligencia debida en la cadena de suministro por lo que respecta a los importadores de la Unión de estaño, tantalio y wolframio, sus minerales y oro originarios de zonas de conflicto o de alto riesgo. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0821>

Roy, M. (2021). Greening behavior toward sustainable development. En: *Sustainable Development Strategies: Engineering, Culture and Economics* (Ed.: M. Roy). Butterworth-Heinemann, 230 p. <https://doi.org/cuarzo.unizar.es:9443/10.1016/C2018-o-00100-o>

Suso Araico, A., Barbero Quirós, J., González Ruiz, A., Martín Carretero, J. M. (2023). *La percepción social sobre la transición ecológica en España, 2022-23*. Fundación Cepsa, Red2Red. 149 p.

USGS (2023). *Mineral commodity summaries 2023*. U.S. Geological Survey, 210 p., <https://doi.org/10.3133/mcs2023>

Valero, A., Magdalena, R., Calvo, G., Ascaso, S., Círez, F. y Ortego, A. (2021). Eco-credit system to incentivise the recycling of waste electric and electronic

equipment based on a thermodynamic approach. *International Journal of Exergy (IJEX)*, 35, 1, 132-154.

Valero, A., Valero, A. y Calvo, G. (2021). *The material limits of energy transition: Thanatía*. Springer. 253 p

*Este artículo fue recibido el día 23 de junio de 2024 y aceptado definitivamente para su publicación el 26 de marzo de 2025.*

## ANEXO

Resumen de los resultados del análisis de los contenidos de los libros de texto por categoría y por nivel educativo.

CATEGORÍAS DE ANÁLISIS		1º ESO	3º ESO	4º ESO	1º BACH	2º BACH
Libros analizados		5	5	4	3	2
P1. Recursos no renovables (cita)	Sí	5	2	1	2	2
	No	-	3	3	1	-
P2. Recursos no renovables (definición)	Sí	3	1	1	2	2
	Genérico	-	1	1	1	-
	No	1	3	2	-	-
P3. Mención al consumo responsable de minerales	Sí	4	-	-	1	-
	No	1	5	4	2	2
P4. Limitaciones y/o propuestas técnicas	Disponibilidad física	4	1	2	2	2
	Tecnología disponible	2	-	-	2	2
	Sustitutos	1	-	-	-	1
	Genérico	2	1	1	3	1
	No	1	3	2	-	-
P5. Limitaciones y/o propuestas económicas	Precio de venta	-	-	-	2	1
	Cuestiones de tipo geopolítico	2	-	1	2	2
	Genérico	1	-	1	2	1
	No	3	5	3	1	-
P6. Limitaciones y/o propuestas sociales	Condiciones laborales y/o sociales	3	-	-	2	1
	Normativas o regulaciones	1	-	1	1	1
	Impacto en la salud del ser humano	2	1	-	-	2
	Genérico	3	-	-	2	2
	No	1	4	3	1	0
P7. Limitaciones y/o propuestas medioambientales	Impactos en la hidrosfera	3	1	1	1	2
	Impactos en la geosfera y/o biosfera	5	2	2	2	2
	Impactos en la atmósfera	2	-	-	1	2
	Genérico	4	4	2	3	2
	No	-	1	1	-	-
P8. Imágenes	Estética-motivadora	5	4	2	2	2
	Comprobadora de conocimientos	2	1	2	1	1
	Explicativa	5	2	1	2	2
P9. Actividades	Teóricas	5	2	2	2	1
	Prácticas y/o aplicadas	5	3	1	2	2
	Bibliográficas	5	-	2	2	2