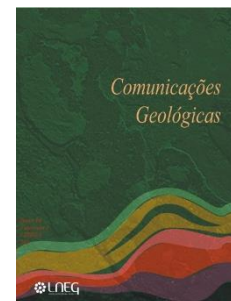


# Presencia y tratamiento de la Paleontología en los contenidos curriculares de la Educación Secundaria en las leyes implementadas desde 1970 en España

## Presença e tratamento da Paleontologia nos conteúdos curriculares do Ensino Secundário nas leis implementadas desde 1970 em Espanha

### Presence and treatment of Paleontology in the curricular contents of Secondary Education in the laws implemented in Spain since 1970



A. Acedo<sup>1\*</sup>, O. Fesharaki<sup>2</sup>, A. García-Frank<sup>2</sup>

DOI: <https://doi.org/>

Recebido em 13/04/2021 / Aceite em 13/07/2021

Publicado online em

© 2021 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP

Artigo original  
Original article

**Resumen:** El análisis de terminología explícita relacionada con la paleontología y la evolución en los currículos educativos estatales desde 1970 a 2020 refleja la escasez o incluso la ausencia de referencias, caracterizadas por un tratamiento poco homogéneo, siendo la LOMCE el marco que recoge mayor variedad de términos. Destaca la omisión de la palabra “paleontología” en todas las leyes posteriores a la Ley General de Educación (1970). Se observa un aumento de la importancia en términos relacionados con los paleoambientes o los paleoclimas, en parte acorde con la propia evolución social y legislativa que da mayor importancia a la sostenibilidad y la protección del medio natural. Finalmente, se incide en la necesidad de incluir nociones sobre la importancia de esta ciencia y dar una visión sistémica de la evolución en las asignaturas relacionadas con la Biología y la Geología en Educación Secundaria.

**Palabras clave:** Evolución de la vida, ESO, Bachillerato, enseñanza de la paleontología, yacimientos paleontológicos.

**Resumo:** A análise da terminologia explícita relacionada com a paleontologia e a evolução dos currículos educacionais do estado de 1970 a 2020 reflecte a escassez, ou mesmo a ausência, de referências, caracterizada por um tratamento não homogéneo, sendo a *Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa* (LOMCE) o enquadramento legal que inclui a maior variedade em termos. Destaca-se a omissão da palavra “paleontologia” em todas as leis posteriores à *Ley General de Educación* (1970). Observa-se um incremento na importância dada aos termos relacionados com os paleoambientes ou os paleoclimas. Isto está relacionado com a recente evolução social e legislativa que dá maior importância à sustentabilidade e à proteção do ambiente. Finalmente, é enfatizada a necessidade de incluir noções sobre a importância desta ciência e de dar uma visão sistémica da Evolução em disciplinas relacionadas com a Biologia e Geologia no Ensino Secundário.

**Palavras-chave:** Evolução da vida, educação básica, ensino secundário, ensino de paleontologia sítios paleontológicos.

**Abstract:** The analysis of explicit terminology related to Paleontology and Evolution in state educational curricula from 1970 to 2020 reflects the scarcity or even the absence of references, characterized by a not very homogeneous treatment, being the LOMCE the framework that includes

the greatest variety of terms. The omission of the word “paleontology” in all laws subsequent to the General Education Law (1970) stands out. There is an increase in the importance of terms related to paleoenvironments or paleoclimates partly in line with the social and legislative evolution itself, which gives greater importance to the sustainability and protection of the natural environment. Finally, the need to include notions about the importance of this science and to give a systemic vision of evolution in subjects related to Biology and Geology in Secondary Education is emphasized.

**Keywords:** Life evolution, High School, secondary education, paleontology teaching, paleontological sites.

<sup>1</sup> Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias - Sección Biología, ctra. Madrid-Barcelona, 33, 600, 28802 Alcalá de Henares, España

<sup>2</sup> Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, España

\* Autor correspondiente/Autor correspondente/Corresponding author: abacedop@gmail.com

## 1. Introducción

El Sistema Educativo Español ha conocido en las últimas décadas un proceso de remodelación, propuesta y derogación de leyes educativas que no se ha traducido en mejoras significativas para las materias relacionadas con las ciencias naturales (poca representación curricular, temarios principalmente teóricos y poca contextualización y relación con la práctica profesional; ver referencias en Acedo *et al.*, 2020). La situación de la Geología es aún más grave, siendo la ciencia con menos horas lectivas y menor representación en la mayoría de los manuales didácticos usados en España.

A pesar de las llamadas de atención por parte de diversas instituciones y colectivos relacionados con la geología (ver Pedrinaci *et al.*, 2013), así como el consenso de investigadores,

docentes y profesionales de la geología sobre la necesidad de definir unos aspectos básicos para que la ciudadanía pudiera considerarse alfabetizada en ciencias de la Tierra, aún dista mucho para que la geología y sus diversas ramas ocupen el lugar que se merecen en la enseñanza obligatoria. De las propuestas consensuadas destacan aquellas relacionadas con la paleontología, así como las interacciones de la Biosfera y la Geosfera.

En España todavía no existe una ciudadanía concienciada con la importancia de la preservación del medio natural y su patrimonio. Solo los campos con mayor proyección, como son los relacionados con los dinosaurios y los homínidos (Romero-Nieto *et al.*, 2014), muestran cierta implantación entre los conocimientos generales de la población, con malos conocimientos del alumnado sobre esta temática (ej., Castilla y de la Iglesia, 2008).

Diversos estudios han evidenciado muchas de las ventajas que supone trabajar en el aula contenidos relacionados con la paleontología mediante actividades que permiten desarrollar todas las competencias clave reflejadas en los currículos (Romero-Nieto *et al.*, 2014; Sánchez-Fontela *et al.*, 2019). La etapa clave para la enseñanza formal de estas cuestiones es la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) dado que en ella se tratan aspectos relacionados con los fósiles y la historia de la Tierra, en el contexto amplio de la dinámica de la Tierra, sin olvidar la faceta ambiental de estas ciencias.

En vista de todo lo anterior, cabe preguntarse qué presencia tiene y hasta qué nivel se desarrolla la paleontología en los currículos educativos implementados en España. Así, el objetivo principal de este estudio es abordar la presencia y tratamiento histórico de esta ciencia en los currículos de la ESO y Bachillerato desarrollados en las leyes estatales de educación de las cinco últimas décadas, proponiendo además una serie de sugerencias para avanzar en la implementación de currículos más coherentes e integradores con respecto a este campo.

## 2. Material y metodología

Para ahondar en las posibilidades que ofrece el conocimiento de la paleontología y su valoración en las aulas, ha sido preciso realizar un análisis minucioso de los currículos de educación secundaria implementados a nivel estatal en los que se hayan impartido asignaturas relacionadas con la historia de la Tierra y de la vida. Así pues, se realizó una revisión bajo la óptica de cualquier tipo de referencia a la paleontología en todas las leyes educativas implementadas desde 1970 hasta la actualidad (Tab. 1, ver referencias detalladas en Acedo *et al.*, 2020). Se han buscado palabras que hicieran cualquier referencia, directa o indirecta, a la paleontología o a términos relacionados con este campo, usando el prefijo “paleo” en el buscador, así como palabras claramente relacionadas como “evolución”, “historia de la vida” o “fósil”. Tras la primera búsqueda se añadieron algunos términos que se observaron en las leyes evaluadas, como “historia de la Tierra”. Finalmente las palabras buscadas han sido: Paleo- (Prefijo), Paleontología, Paleontológico/a (s/p), Historia de la Tierra, Historia de la vida, Origen y evolución de la vida, Yacimiento y Fósil.

## 3. Resultados

En la LGE hay referencias a la paleontología, la historia de la vida, y el origen y la evolución de los seres vivos (Tab. 2), las cuales aparecen en los contenidos de Ciencias Naturales de primer curso del Bachillerato Unificado Polivalente (BUP) y en los contenidos de Geología del Curso de Orientación Universitaria (COU). Además de estas menciones, aparecieron

menciones expresas al origen y evolución del hombre (1º de BUP) o al “Estudio del origen, desarrollo y evolución de los seres vivos que sobre la Tierra han existido y viven en la actualidad”, como un objetivo del primer curso. La asignatura de Biología de COU también presenta la Evolución, pero centrándose más en la parte genética. También son destacables las indicaciones sobre las prácticas y salidas de campo al entorno geológico del centro educativo en la asignatura de Ciencias Naturales que “deben comprender de 15 a 20 sesiones”. Del mismo modo, de la asignatura de Geología de COU cabe destacar las líneas que señalan que “se pretende iniciar al alumno en la geología del campo, de modo que quede capacitado para realizar estudios concretos de la geología de su región”.

En la LOGSE (Anexo 1) se observa que las referencias en la ESO (Ciencias de la Naturaleza) son ligadas a los fósiles y la evolución principalmente desde el punto de vista de las diferentes teorías evolutivas, mientras que aspectos más prácticos para reconstruir la historia de la Tierra y las relaciones entre el medio biótico y abiótico se sugieren para los cursos de Bachillerato (Biología y Geología y Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, respectivamente). Es destacable la falta de referencias a la palabra paleontología como la ciencia que estudia esos fósiles y que no se mencionen los “yacimientos paleontológicos” en asignaturas relacionadas con la historia de la Tierra y de la vida, mientras que los “yacimientos arqueológicos” aparecen mencionados en diversas asignaturas (Ciencias Sociales y Geografía e Historia en la ESO; y Latín I y II en Bachillerato).

En la LOCE, también destaca la falta de la palabra “paleontología” (Anexo 2). También se mencionan los fósiles en el 4º curso de la ESO, aunque en este caso en contextos más variados que la ley anterior. Así, se alude a su importancia en datación y se introducen los conceptos de fósil guía y fósil característico. También se ejemplifican como testimonios estratigráficos y paleobióticos, y se destaca su valor para comprender la evolución. Es destacable que no solo aparezcan en los contenidos, sino que también se propongan como criterios de evaluación (el criterio de evaluación nº 7 de Biología y Geología de 4º ESO es “situar en orden cronológico la aparición de los diferentes grupos de vertebrados y el tiempo geológico en el que se producen”). También se han obtenido referencias en la ESO a la historia de la Tierra, origen de la vida e historia de la vida. De nuevo, no se han encontrado referencias directas para “paleontológico/a (s/p)”, ni a los yacimientos paleontológicos, mientras que hay varias referencias a “arqueológicos/as” en Bachillerato. Cabe destacar que las referencias a la prehistoria (Paleolítico) son siempre en un contexto de materias de Ciencias Sociales.

En la LOE el concepto de “fósil” aparece referenciado en varias asignaturas, tanto en la ESO como en Bachillerato (Anexo 3). Los contextos son diversos, mencionándose su importancia en relación con las pruebas de la deriva continental (referencia indirecta), su relación con la historia de la Tierra y su importancia en datación. En algunas asignaturas, como Física y Química o Ciencias de la Tierra y Medioambientales, aparece en el contexto de los combustibles fósiles. También es significativo que de forma específica se haga mención a los procesos de extinción y su registro mediante las evidencias paleontológicas (mención indirecta). En esta ley sí hay menciones a las palabras “paleontológico/a (s/p)” en contextos relacionados con el “registro paleontológico” (como uno de los indicadores de la evolución) y las “coincidencias paleontológicas” (en el marco de la Teoría de la Tectónica de Placas y la Deriva Continental). De nuevo, no hay ninguna referencia a la palabra “paleontología”. Por otra parte, en esta ley también hay referencias a historia de la Tierra y de la vida y al origen de la vida y su evolución. Este

Tabla 1. Normativa y leyes que se han analizado para el presente estudio. LGE = Ley General de Educación; LOGSE = Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo; LOCE = Ley Orgánica de Calidad de la Educación; LOE = Ley Orgánica de Educación; LOMCE = Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa.

Tabela 1. Regulamentos e leis analizadas para este estudo. LGE = *Ley General de Educación*; LOGSE = *Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo*; LOCE = *Ley Orgánica de Calidad de la Educación*; LOE = *Ley Orgánica de Educación*; LOMCE = *Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa*.

Table 1. Regulations and laws that have been analyzed for this study. LGE = *Ley General de Educación*; LOGSE = *Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo*; LOCE = *Ley Orgánica de Calidad de la Educación*; LOE = *Ley Orgánica de Educación*; LOMCE = *Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa*.

	Título de la Ley	Fecha	Referencia en el Boletín Oficial del Estado (BOE)
LGE	Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. - Orden de 22 de marzo de 1975 por la que se desarrolla el Decreto 160/1973, de 23 de enero, que aprueba el Plan de Estudios del Bachillerato, y se regula, el Curso de Orientación Universitaria. - Resolución de las Direcciones Generales de Enseñanzas Medias y de Universidades por la que se establecen los contenidos y orientaciones metodológicas del Curso de Orientación Universitaria y se dictan instrucciones sobre el mismo.	1970	«BOE» núm. 187, de 6 de agosto de 1970
LOGSE	Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. - Real Decreto 1345/1991, de 6 de septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. - Real Decreto 1179/1992, de 2 de octubre, por el que se establece el currículo del Bachillerato.	1990	«BOE» núm. 238, de 4 de octubre de 1990
LOCE	Ley Orgánica 10/2002, de 23 de diciembre, de Calidad de la Educación. - Real Decreto 116/2004, de 23 de enero, por el que se desarrolla la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. - Real Decreto 117/2004, de 23 de enero, por el que se desarrolla la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato.	2002	«BOE» núm. 307, de 24 de diciembre de 2002
LOE	Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. - Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. - Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.	2006	«BOE» núm. 106, de 4 de mayo de 2006
LOMCE	Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. - 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 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.	2013	«BOE» núm. 295, de 10 de diciembre de 2013

hecho es importante ya que se referencian en un contexto interdisciplinar citando las interacciones entre los seres vivos y su entorno. Además, cabe destacar la mención al principio del Actualismo y al uso de los fósiles, entre otros elementos geológicos, como indicadores en la reconstrucción de la historia geológica de un territorio

Por último, en la LOMCE (Anexo 4) el término “fósil” aparece referenciado en dos contextos diferentes, como resto o vestigio de cualquier forma de vida que habitó en el pasado y que se han conservado en el registro geológico (menciones al reconocimiento de los fósiles característicos de cada era geológica, fósiles guía y datación/bioestratigrafía), y en relación con los combustibles fósiles. Como ocurre con todas las leyes posteriores a la LGE, la palabra “paleontología” está ausente. En este caso la búsqueda mediante el prefijo “paleo” ha arrojado una mayor variedad de términos usados en este currículo. Aparecen las palabras “paleontológico/a (s/p)” citadas en los mismos contextos, aunque en asignaturas diferentes a las de la LOE. También aparecen referencias explícitas a “paleolítico”, “paleoambiental”, “paleoclimáticos” y “paleoclimatología”. Aun siendo muy valiosa la mención de estos últimos términos por estar relacionados con campos de gran relevancia en las últimas décadas, solo aparecen en la asignatura de Geología de 2º curso de Bachillerato. El contexto en el que se citan está relacionado con las reconstrucciones paleoambientales a través de diversos indicadores geológicos (entre ellos el contenido paleontológico) y a los indicadores paleoclimáticos. Como en la LOE, las menciones a la historia de la Tierra, el origen de la vida y la

evolución de la vida (principalmente en referencia a los cambios ambientales, climáticos, tectónicos y faunísticos acaecidos a lo largo de la historia de este planeta) son abundantes y es notoria su mención tanto en descriptores de materias como en contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

#### 4. Discusión y conclusiones

Uno de los hechos destacables, al mismo tiempo que desconcertantes, es la prácticamente inexistente referencia al término “paleontología” como la ciencia que estudia muchos de los aspectos a los que se hace referencia en las leyes. De hecho, es más curioso aún que habiendo estado referenciado en la LGE de 1970 haya desaparecido en leyes posteriores.

Otro aspecto destacable es el aumento del número de menciones a conceptos y términos relacionados con la paleontología, tanto en número como en diversidad. Mientras que en las primeras leyes la paleontología y los fósiles son principalmente indicadores evolutivos o como pruebas de la deriva continental en el marco de la tectónica de placas, según avanzan las leyes, su importancia como método de datación, como indicador paleoambiental o para estudios paleoclimáticos va teniendo mayor peso. Esto podría estar relacionado con el aumento de las investigaciones en los ámbitos paleoambiental y paleoclimático en las últimas décadas. También al interés que por la propia actualidad del cambio climático pueden tener este tipo de aspectos para el alumnado.

Tabla 2. Menciones a las palabras seleccionadas para el análisis en los documentos relativos a la LGE. Se proporciona a modo de ejemplo de los datos obtenidos, de forma que el resto de leyes se pueden consultar en los anexos aportados en la versión online.

Tabela 2. Menção às palavras selecionadas para análise nos documentos associados à LGE. É proporcionado como exemplo dos dados obtidos, de forma a que as leis restantes possam ser consultadas nos anexos fornecidos na versão online.

Table 2. Mentions of the words selected for analysis in the documents related to the LGE. It is provided as an example of the data obtained, so that the rest of the laws can be consulted in the appendices provided in the online version.

Ley	Referencia	Curso/Ciclo/Etapa	Materia	Epígrafe	Contexto
LGE	Paleontología	Bachillerato. Curso primero	Ciencias Naturales	5. Área de las Ciencias Matemáticas y de la Naturaleza	Contenidos (16).
	Paleontológico/a (s/p)	Enseñanzas Medias	Geología	V. El tiempo y sus consecuencias	Acerca del estudio de la importancia del concepto de tiempo en Geología.
	Historia de la vida	Bachillerato. Curso primero	Ciencias Naturales	5. Área de las Ciencias Matemáticas y de la Naturaleza	Contenidos (16).
	Origen de la vida	Enseñanzas Medias	Geología	V. El tiempo y sus consecuencias	Acerca del estudio del origen de la vida en la Tierra y las grandes etapas de la evolución de microorganismos, vegetales y animales.
	Yacimiento (s/p)	Curso de Orientación Universitaria	Geología (Optativa)	IV. Dinámica interna de la corteza	Yacimientos minerales y su génesis. Yacimientos como anomalías geoquímicas y desde un punto de vista de su interés económico.

Por otra parte, el término “paleoambiental” solo se referencia en la LOMCE apareciendo tanto en contenidos, como en criterios de evaluación y en estándares de aprendizaje evaluables. Es importante que estos diferentes epígrafes recojan simultáneamente cada concepto, ya que da una mayor integración al contenido tratado y permite organizar mejor las programaciones didácticas (Fesharaki *et al.*, 2019). Otro aspecto que resalta al examinar los resultados es la poca contextualización que se hace, al menos a nivel curricular, de lo que son la paleontología o los fósiles. Por ejemplo, no se ha obtenido ninguna mención a los yacimientos paleontológicos o a los estratos fosilíferos. Mientras que en el campo de la arqueología, que es confundido frecuentemente con la paleontología (Alcalá, 1999; Vegas *et al.*, 2018), sí se recogen menciones de la importancia de los yacimientos arqueológicos (referencias a dichos yacimientos en la LOCE y en la LOE). Incluso aparecen menciones a los yacimientos minerales y a los diversos tipos de yacimientos de rocas en varias de las leyes evaluadas.

Un hecho muy preocupante evidenciado es que la mayor parte de los aspectos relativos a la paleontología, o al menos los más aplicados, se imparten en cursos posteriores a 4º de ESO. Esto significa que, por la optatividad de las asignaturas a partir de dicho curso, menos de la mitad de los alumnos reciben alguna formación a este respecto.

Es interesante que se hagan referencias explícitas a determinados aprendizajes como “situar en orden cronológico la aparición de los diferentes grupos de vertebrados y el tiempo geológico en el que se producen”. Sin embargo, no deja de ser ciertamente sesgado centrar la ordenación temporal en algunos hitos de la evolución de los vertebrados, olvidándose de algunos invertebrados y plantas de gran relevancia.

Por otra parte, cabe destacar que en algunas leyes se intuye la doble vertiente que se debería abordar en la enseñanza de la evolución. Sin embargo, no deja de ser una inferencia a partir de las menciones que aparecen en diferentes epígrafes de las asignaturas de Biología y de Geología. Lo ideal sería un tratamiento interdisciplinar de la evolución, en la que la biología aportase los conocimientos relativos a aspectos como la

paleobiología, las adaptaciones al medio o la genética, y la geología aportase una visión complementaria de las condiciones paleoambientales, de la paleogeografía y las barreras a la dispersión, las condiciones tafonómicas y sus consecuencias, entre otros aspectos que se podrían tratar. Esta visión dual y complementaria podría servir para mejorar los resultados de lo que conocen los alumnos sobre el hecho evolutivo.

Mención aparte merecen las referencias que se hacen en varias de estas leyes a la importancia del contacto con la naturaleza o las salidas a entornos cercanos a los centros educativos para el estudio de la geología local. Este sería un hecho fundamental en la formación geológica de los alumnos de educación secundaria y en su valoración del patrimonio geológico y paleontológico. Desde un punto de vista didáctico, las salidas al campo bien planteadas permiten al alumnado trabajar de forma práctica en la resolución de problemas geológicos reales, mejorando la capacidad de trabajo en equipo, la construcción de una visión interdisciplinar de las ciencias para resolver problemas reales y siendo una vía efectiva para la enseñanza de la sostenibilidad (Orion y Fortner, 2003; Stokes y Boyle, 2009).

Así pues, a modo de conclusiones, se puede destacar: (1) la ausencia total de menciones directas a la “paleontología” en las leyes posteriores a la LGE y la marcada escasez de terminología relacionada; (2) De las leyes educativas analizadas, la LOMCE recoge una mayor variedad y mejor contextualización de referencias; (3) En la LOE y en la LOMCE destacan las referencias a la historia de la Tierra, el origen de la vida y la evolución de la vida en asignaturas que se imparten a partir de 4º de la ESO; (4) En las sucesivas leyes también se observa un incremento en la importancia de terminología relacionada con paleoambientes o paleoclimas, coherente con la evolución social y legislativa española respecto a la sostenibilidad y la protección del medio natural.

## 5. Consideraciones finales

A modo de sugerencias de mejora en materia curricular, cabría señalar la importancia de ampliar la visibilidad y la integración de la paleontología en el sistema educativo español. Se sugiere

también la inclusión del término “paleontología” con un tratamiento integrador de conceptos biológicos y geológicos que permitan el desarrollo de unidades didácticas interdisciplinarias. Esto permitirá dar una visión sistémica al tema del origen y la evolución de la vida. También es importante que se mantengan las visiones más aplicadas de esta ciencia.

En vista de los resultados obtenidos, también se hace necesario dar mayor coherencia a cada epígrafe, incluyendo términos no solo en relación con los contenidos a desarrollar sino también con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables. La paleontología debería presentar un grado de relevancia similar al que presentan campos como la ecología, ya que son temáticas que engloban una amplia red de interrelaciones entre las diferentes ramas de las ciencias naturales. Además, se sugiere hacer estudios de género desde la perspectiva más histórica para buscar referentes paleontológicos femeninos y desarrollar experiencias que favorezcan el conocimiento y el contacto directo del alumnado con el entorno natural, fomentando su implicación en la búsqueda de soluciones a los problemas locales (actividades de laboratorio, visitas guiadas o salidas de campo) que hagan que el proceso de aprendizaje se lleve a cabo en un entorno más estimulante y participativo, y permitiendo en última instancia que el estudiantado reflexione con una base científica sobre la información que está recibiendo.

### Agradecimientos

Los autores quieren agradecer las sugerencias y comentarios de la doctora Elena Moreno González de Eiris y del doctor Rafael Royo-Torres que han permitido mejorar la versión preliminar del presente artículo.

### Referencias

- Acedo, A., Fesharaki, O., García-Frank, A., 2020. Análisis comparativo de menciones al patrimonio paleontológico y otros tipos de patrimonio en los currículos de Educación Secundaria en España (periodo 1970-2020). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **33(2)**: 41-62.
- Alcalá, L., 1999. Reflexiones acerca de la protección del patrimonio paleontológico. *Coloquios de Paleontología*, **50**: 45-51.
- Castilla, G., de la Iglesia, A., 2008. ¿Qué saben de Paleontología los estudiantes universitarios? *Paleontológica Nova*, **8**: 165-173.
- Fesharaki, O., Taboada-Trujols, I., Sánchez-Pastor, N., 2019. Biominerales del cuerpo humano, propuesta interdisciplinar para la biología y geología de bachillerato. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **32(1)**: 63-76.
- Orion, N., Fortner, R. W., 2003. Mediterranean models for integrating environmental education and earth science through Earth System Education. *Mediterranean Journal of Education Studies*, **8**: 97-111.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, Á., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J. C., Fernández-Martínez, E. M., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A., Roquero, E., 2013. Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, **21(2)**:117-129.
- Romero-Nieto, D., Fesharaki, O., García Yelo, B. A., 2014. Películas de trasfondo paleontológico: análisis científico y propuestas didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, **22(2)**: 167-176.
- Sánchez-Fontela, N., Berrocal-Casero, M., Fesharaki, O., García-Frank, A., Rodrigo, A., 2019. Aprendizaje basado en el diseño universal: talleres sobre paleontología de invertebrados, mapas paleogeográficos y la deriva continental. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, **27(2)**, 172-181.
- Stokes, A., Boyle, A.P., 2009. The undergraduate geoscience fieldwork experience: influencing factors and implications for learning. *The Geological Society of America, Special Paper*, **461**: 291-311. [https://doi.org/10.1130/2009.2461\(23\)](https://doi.org/10.1130/2009.2461(23))
- Vegas, J., Delvene, G., Menéndez, S., Rábano, I., García-Cortés, A., Díaz-Martínez, E., Jiménez, R., 2018. El patrimonio paleontológico en España: una necesidad de consenso sobre su gestión y marco legal. *Revista PH*, **94**: 326-329.



Lev	Referencia	Curso/Ciclo/Etapa	Materia	Epigráfico	Contexto	
LOGSE	Fósil (s/p)	ESO	Ciencias de la Naturaleza	3. CONTENIDOS: 9. Los cambios en el medio natural. [...]	La Tierra, un planeta en continuo cambio. Cambio en los ecosistemas a largo plazo. Los fósiles como indicadores. [...] Fijismo y evolucionismo. Algunas relaciones entre genética y evolución.	
	Historia de la Tierra	Bachillerato	Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente	CONTENIDOS. 2: La humanidad y el medio ambiente	El medio ambiente. Aproximación a la teoría de sistemas. Los cambios ambientales en la historia de la Tierra. Evolución de las relaciones entre la humanidad y la naturaleza.	
	Origen de la vida	Bachillerato	Biología y Geología	Criterios de evaluación (nº 4)	CONTENIDOS. 5: Origen y evolución de los seres vivos	Distintas concepciones sobre el origen de la vida. Explicaciones científicas actuales. La teoría de la evolución. Teorías evolutivas actuales.
						Comparar las diferentes teorías sobre el origen de la vida, aportando datos sobre las consideraciones que se tienen actualmente del problema.
Yacimiento (s/p)	Bachillerato	Geología	Criterios de evaluación (nº 9)	1. Introducción	Conocer cuáles son las diferencias básicas entre las diferentes teorías, y también algunas experiencias y reflexiones [...] por la comunidad científica.	
					3. Contenidos	Explicar el carácter provisional de las explicaciones científicas [...], indicando el peso de las razones extracientíficas en [...] algunas de estas concepciones. La geología es un punto de partida en la resolución de diversos problemas [...], destacan la investigación sobre fuentes alternativas de energía y la búsqueda de nuevos yacimientos de gas, carbón y petróleo. Los yacimientos minerales (Materia y energía de la Tierra) Yacimientos minerales de origen sedimentario (Los procesos geológicos)

Anexo 1. Menciones a las palabras seleccionadas para el análisis en los documentos relativos a la LOGSE.

Anexo 1. Menções das palavras selecionadas para análise nos documentos relacionados com a LOGSE.

Appendix 1. Mentions of the words selected for analysis in the documents related to LOGSE.

Anexo 2. Menciones a las palabras seleccionadas para el análisis en los documentos relativos a la LOCE.

Anexo 2. Menções das palavras selecionadas para análise nos documentos relacionados com a LOCE.

Appendix 2. Mentions of the words selected for analysis in the documents related to the LOCE.

Ley	Referencia	Curso/Ciclo/Etapa	Materia	Epígrafe	Contexto	
LOCE	"Paleo-" Paleobióticos	4º ESO	Biología y Geología	Criterios de evaluación (nº 6)	Indicar las diversas unidades temporales de la historia de la Tierra, y explicar la importancia de los fósiles como testimonios estratigráficos y paleobióticos.	
	"Paleo-" Paleolítico	1º ESO	Geografía e Historia	Contenidos. 5. Arte paleocristiano y bizantino.	Título.	
	Fósil (s/p)	4º ESO	Biología y Geología	Contenidos. 4. La historia de la Tierra y de la vida.	Origen de la Tierra. El tiempo geológico: la escala del tiempo. Métodos de datación. Los fósiles como indicadores: fósiles guía y fósiles característicos. Historia geológica de la Tierra: las eras geológicas.	
				Contenidos. 6. Evolución.	El origen de la vida. Principales teorías. La evolución: Darwin, Wallace y los neodarwinistas. Mecanismos y pruebas de la evolución. Mutaciones y evolución. Fósiles y evolución.	
				Criterios de evaluación (nº 6)	Indicar las diversas unidades temporales de la historia de la Tierra y explicar la importancia de los fósiles como testimonios estratigráficos y paleobióticos.	
		2º ESO	Tecnología	Contenidos. 5. Energía y su transformación.	Combustibles fósiles: petróleo y carbón.	
		Bachillerato	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Contenidos. 6. La dinámica de los sistemas fluidos externos.	Recursos minerales y energéticos: los combustibles fósiles.	
	Historia de la Tierra	4º ESO	Biología y Geología	Contenidos. 4. La historia de la Tierra y de la vida.	Título.	
				Criterios de evaluación (nº 6)	Indicar las diversas unidades temporales de la historia de la Tierra y explicar la importancia de los fósiles como testimonios estratigráficos y paleobióticos.	
		Bachillerato	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Contenidos. 2. La humanidad y el medio ambiente.	Cambios ambientales en la historia de la Tierra.	
	Origen de la vida	4º ESO	Biología y Geología	Contenidos. 6. Evolución.	El origen de la vida. Principales teorías.	
		2º ESO	Sociedad, Cultura y Religión	Contenidos. 5. Los grandes interrogantes.	El origen de la vida, el sufrimiento y la muerte.	
	Historia de la vida	4º ESO	Biología y Geología	Contenidos. 4. La historia de la Tierra y de la vida.	Título.	
	Yacimiento (s/p)	Bachillerato	3º ESO	Biología y Geología	Contenidos. 2. Las rocas.	[...] Aplicaciones de interés industrial y económico de los distintos tipos de rocas. Los yacimientos.
					Introducción	Los distintos mecanismos de formación de rocas y yacimientos minerales.
			Biología y Geología	Contenidos. 2. Los procesos petrogenéticos	Procesos de formación y evolución de los magmas. Yacimientos minerales asociados. [...] Los factores del metamorfismo. [...] Yacimientos minerales asociados.	
				Criterios de evaluación (nº 6)	Conocer los principales yacimientos minerales asociados, así como la importancia económica de estos.	
				Introducción	Podrán utilizarse otras fuentes y actividades [...] (como los yacimientos arqueológicos) para la elaboración de trabajos de carácter elemental.	
			Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Contenidos. 4. Roma y su legado.	La romanización: vestigios en yacimientos arqueológicos y museos.	
				Contenidos. 2. La humanidad y el medio ambiente.	Funciones económicas de los sistemas naturales. Yacimientos, reservas y recursos.	
Contenidos. 4. Los sistemas internos de la Tierra.				Procesos petrogenéticos derivados y formación de yacimientos ígneos y metamórficos.		
Contenidos. 6. La dinámica de los sistemas fluidos externos.				Procesos petrogenéticos y formación de yacimientos sedimentarios de origen externo.		
Contenidos. 8. Las interfaces entre los sistemas terrestres.				Los procesos edafológicos: yacimientos y recursos asociados.		



Anexo 3. Menciones a las palabras seleccionadas para el análisis en los documentos relativos a la LOE.

Anexo 3. Menções das palavras seleccionadas para análise nos documentos relacionados com a LOE.

Appendix 3. Mentions of the words selected for analysis in the documents related to the LOE.

Ley	Referencia	Curso/Ciclo/Etapa	Materia	Epigrafe	Contexto					
LOE	"Paleo-" Paleontológico/a (s/p)	ESO	Biología y Geología	Criterios de evaluación (nº 2)	Acerca de evaluar [...] la teoría de la tectónica de placas en la explicación de fenómenos [...], como las coincidencias geológicas y paleontológicas en territorios separados por grandes océanos.					
				Criterios de evaluación (nº 7)	Acerca de [...] interpretar, [...], el registro paleontológico.					
				Criterios de evaluación (nº 8)	Acerca de valorar [...] los datos más relevantes del registro paleontológico.					
	Fósil (s/p)	1º ESO	Ciencias de la Naturaleza	Biología y Geología	Contenidos del bloque 4: Los seres vivos y su diversidad	Los fósiles y la historia de la vida.				
					4º ESO	Física y Química	Biología y Geología	Criterios de evaluación (nº 7)	Acerca de [...] petróleo y al gas natural como combustibles fósiles.	
								Contenidos del bloque 2: La Tierra, un planeta en continuo cambio	Los fósiles, su importancia como testimonio del pasado. Los primeros seres vivos y su influencia en el planeta. Identificación de algunos fósiles característicos.	
					Bachillerato	Biología y Geología	Ciencias para el Mundo Contemporáneo	Biología y Geología	Contenidos del bloque 3: La evolución de la vida	Datos que apoyan la teoría de la evolución de las especies. Reconocimiento de las principales características de fósiles representativos. Aparición y extinción de especies.
		Criterios de evaluación (nº 1)	Acerca de [...] reconocer la magnitud del tiempo geológico a través de la identificación [...] de los fósiles más representativos de las principales eras geológicas.							
		Contenidos del bloque 2: Nuestro lugar en el Universo	De los homínidos fósiles al <i>Homo sapiens</i> . Los cambios genéticos condicionantes de la especificidad humana.							
		Contenidos del bloque 3: Geodinámica externa e historia de la Tierra	Procedimientos que permiten la datación y la reconstrucción del pasado terrestre. El tiempo geológico y su división. Identificación de algunos fósiles característicos.							
		Bachillerato	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Biología y Geología	Biología y Geología	Criterios de evaluación (nº 3)	Explicar [...] simetría en la distribución de materiales y la aparición de rocas y fósiles semejantes en lugares muy alejados. Saber interpretar todos los fenómenos geológicos asociados a placas litosféricas [...], el rejuvenecimiento de los relieves, los registros fósiles, etc.			
						Física y Química	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Biología y Geología	Contenidos del bloque 3: La Geosfera	Recursos de la geosfera y sus reservas. [...] Combustibles fósiles. Energía nuclear. Impactos derivados de la explotación de los recursos.
									Criterios de evaluación (nº 6)	Acerca de [...] fuentes de energía utilizadas, valorando, [...] las distintas alternativas: combustibles, hidroeléctrica, biomasa, fósiles, etc.
						Química	Física y Química	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Biología y Geología	Descripción de la materia. En: II.B) Modalidad de Ciencias y Tecnología
		Contenidos del bloque 9: Introducción a la química orgánica	Repercusiones socioeconómicas, éticas y medioambientales asociadas al uso de combustibles fósiles.							
	Historia de la Tierra	ESO	Ciencias de la Naturaleza	Biología y Geología	Criterios de evaluación (nº 4)	Acerca de conocer las consecuencias del uso de combustibles fósiles en el incremento del efecto invernadero y el cambio climático [...].				
					4º ESO	Biología y Geología	Ciencias de la Naturaleza	Descripción de la disciplina de Biología y Geología. En: Anexo II: Materias de la E.S.O. Ciencias de la Naturaleza	La Biología y geología del último curso plantea la introducción de las grandes teorías biológicas y geológicas [...]. El conocimiento de la historia de la Tierra [...] paradigma de la tectónica de placas.	
								Contenidos del bloque 2: La Tierra, un planeta en continuo cambio	Acerca del origen de la Tierra, el tiempo geológico, procedimientos que permiten reconstruir [...] historia de un territorio a partir de una columna estratigráfica sencilla.	
	Bachillerato	Biología y Geología	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Biología y Geología	Contenidos del bloque 4: Las transformaciones en los ecosistemas	La modificación de ambientes [...] por los seres vivos y las adaptaciones [...] al entorno. Los cambios ambientales de la historia de la Tierra.				
					Criterios de evaluación (nº 1)	Acerca de [...] magnitud del tiempo geológico mediante [...] acontecimientos fundamentales de la historia de la Tierra.				
	Origen de la vida	4º ESO	Biología y Geología	Ciencias para el Mundo Contemporáneo	Contenidos (título del bloque 3)	Geodinámica externa e historia de la Tierra.				
					Bachillerato	Biología y Geología	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Contenidos del bloque 1: Medio ambiente y fuentes de información ambiental	Cambios en el medio ambiente a lo largo de la historia de la Tierra.	
								Contenidos del bloque 3: La evolución de la vida	Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra. Evolución de los seres vivos [...].	
Historia de la vida	1º ESO	Ciencias de la Naturaleza	Biología y Geología	Contenidos del bloque 2: Nuestro lugar en el Universo	El origen de la vida. De la síntesis prebiótica a los primeros organismos: principales hipótesis.					
				Criterios de evaluación (nº 9)	Analizar las sucesivas explicaciones científicas [...] el origen de la vida o del universo.					
Evolución de la vida	4º ESO	Biología y Geología	Biología y Geología	Criterios de evaluación (nº 1)	Analizar el carácter abierto de la biología [...], la naturaleza del gen, el origen de la vida, etc.					
				Contenidos del bloque 4: Los seres vivos y su diversidad	Los fósiles y la historia de la vida.					
Yacimiento (s/p)	Bachillerato	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Biología y Geología	Contenidos del bloque 3: La evolución de la vida	Título del bloque 3.					
				Latín	Criterios de evaluación (nº 7)	Posibles ejercicios son el trabajo sobre fuentes escritas [...] y yacimientos arqueológicos.				
				Latín II	Contenidos del bloque 4: Roma y su legado	El legado de Roma: vestigios en museos y yacimientos arqueológicos de Hispania.				
Yacimiento (s/p)	Bachillerato	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Biología y Geología	Contenidos del bloque 3: La geosfera	Recursos de la geosfera y sus reservas. Yacimientos minerales. [...].					
				Contenidos del bloque 3: La geosfera	Recursos de la geosfera y sus reservas. Yacimientos minerales. [...].					



Anexo 4. Menciones a las palabras seleccionadas para el análisis en los documentos relativos a la LOMCE.

Anexo 4. Menções das palavras selecionadas para análise nos documentos relacionados com a LOMCE.

Annex 4. Mentions of the words selected for analysis in the documents related to the LOMCE.

Ley	Referencia	Curso/Ciclo/Etapa	Materia	Epígrafe	Contexto
LOMCE	"Paleo-" Paleolítico	1º y 2º Bachillerato	Cultura Audiovisual	Descripción de la materia. En: Anexo I: Materias [...] troncales	Descripción de la materia.
		1º ciclo ESO	Geografía e Historia	Contenidos del bloque 3: La Historia	Paleolítico: etapas; características de las formas de vida: los cazadores recolectores.
				Criterios de evaluación (nº 6) del bloque 3: La Historia	Datar la Prehistoria y conocer [...] Paleolítico y Neolítico.
		2º Bachillerato	Historia de España	Contenidos del bloque 1: La Península Ibérica desde los primeros humanos [...]	La prehistoria: la evolución del Paleolítico al Neolítico: la pintura cantábrica y la levantina. La importancia de la metalurgia.
	Estándares de aprendizaje evaluables (nº 1.1) del bloque 1 [...]			Explica las diferencias entre la economía y la organización social del Paleolítico y el Neolítico, y las causas del cambio.	
	"Paleo-" Paleambiental	2º Bachillerato	Geología	Contenidos del bloque 6: Tiempo geológico y geología histórica	El método del actualismo: aplicación a la reconstrucción paleoambiental. Estructuras sedimentarias y biogénicas. [...]
				Criterios de evaluación (nº 2) del bloque 6: Tiempo geológico y geología histórica	Entender la aplicación del método del actualismo a la reconstrucción paleoambiental. [...] Utilizar los indicadores paleoclimáticos más representativos.
				Estándares de aprendizaje evaluables (nº 2.2) bloque 6: Tiempo geológico y geología histórica	Conoce el origen de algunas estructuras sedimentarias [...] y biogénicas [...] y las utiliza para la reconstrucción paleoambiental.
	"Paleo-" Paleontológicas	1º Bachillerato	Cultura Científica	Estándares de aprendizaje evaluables (nº 1.1) del bloque 2: La Tierra y la vida	Justifica la teoría de la deriva continental a partir de las pruebas geográficas, paleontológicas, geológicas y paleoclimáticas.
				Estándares de aprendizaje evaluables (nº 5.1) bloque 2: La Tierra y la vida	Describe las pruebas biológicas, paleontológicas y moleculares que apoyan la teoría de la evolución de las especies.
	"Paleo-" Paleoclimatología	2º Bachillerato	Geología	Contenidos del bloque 6: Tiempo geológico y geología histórica	El método del actualismo: aplicación a la reconstrucción paleoambiental. [...] Paleoclimatología.
	Fósil (s/p)	4º ESO	Biología y Geología	Criterios de evaluación (nº 5) del bloque 2: La dinámica de la Tierra	Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.
				Estándares de aprendizaje evaluables (nº 5.1) bloque 2: La dinámica de la Tierra	Relaciona alguno de los fósiles guía más característico con su era geológica.
		1º Bachillerato	Física y Química	Estándares de aprendizaje evaluables (nº 3.1) bloque 9: Historia de la Tierra	Categoriza los principales fósiles guía, valorando su importancia para [...] la historia geológica de la Tierra.
				Estándares de aprendizaje evaluables (nº 8.1) bloque 4: Transformaciones energéticas [...]	A partir de distintas fuentes de información, analiza las consecuencias del uso de combustibles fósiles, [...], el efecto invernadero, el calentamiento global, [...].
		2º Bachillerato	Geología	Contenidos del bloque 6: Tiempo geológico y geología histórica	Métodos de datación: geocronología relativa y absoluta. [...] Fósiles. Bioestratigrafía. Los métodos radiométricos de datación absoluta.
				Criterios de evaluación (nº 3) del bloque 6: Tiempo geológico y geología histórica	Conocer [...] datación absoluta y relativa. Aplicar el principio de superposición de estratos [...]. Entender los fósiles guía como pieza clave para la datación bioestratigráfica.
	Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente	2º Bachillerato	Geología de campo	Estándares de aprendizaje evaluables (nº 3.3) bloque 10: Geología de campo	Reconoce y clasifica muestras de rocas, minerales y fósiles.
				Criterios de evaluación (nº 6) bloque 5: La geosfera y riesgos geológicos	Reconocer los recursos minerales, los combustibles fósiles y los impactos derivados de su uso.
	Historia de la Tierra	4º ESO	Biología y Geología	Contenidos del bloque 2: La dinámica de la Tierra	La historia de la Tierra.
				Criterios de evaluación (nº 2) bloque 2: La dinámica de la Tierra	Registrar y reconstruir algunos de los cambios más notables de la historia de la Tierra, asociándolos con su situación actual.
				Criterios de evaluación (nº 4) bloque 2: La dinámica de la Tierra	Categorizar e integrar los procesos geológicos más importantes de la historia de la Tierra.
				Estándares de aprendizaje evaluables (nº 4.1) bloque 2: La dinámica de la Tierra	Discrimina los principales acontecimientos geológicos, climáticos y biológicos [...] a lo largo de la historia de la Tierra [...].
1º Bachillerato		Biología y Geología	Bloque 9: Historia de la Tierra	Título del bloque.	
			Descripción de la materia	La historia de la Tierra y el modo en que se reconstruye [...].	
2º Bachillerato		Geología	Contenidos del bloque 4: La tectónica de placas, una teoría global	La Tectónica de Placas y la Historia de la Tierra.	
			Criterios de evaluación (nº7) bloque 4: La tectónica de placas, una teoría global	Describir la Tectónica de Placas a lo largo de la Historia de la Tierra: qué había antes de la Tectónica de Placas, cuándo comenzó.	
Estándares de aprendizaje evaluables (nº 2.1) bloque 6: Tiempo geológico y geología histórica	2º Bachillerato	Geología	Estándares de aprendizaje evaluables (nº 2.1) bloque 6: Tiempo geológico y geología histórica	Entiende y desarrolla la analogía de los estratos como las páginas del libro donde está escrita la Historia de la Tierra.	
			Criterios de evaluación (nº 1) del bloque 2: El Universo	Origen y evolución de los seres vivos. Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra.	
Origen de la vida	4º ESO	Biología y Geología	Criterios de evaluación (nº 1) del bloque 2: El Universo	Diferenciar las explicaciones científicas relacionadas con [...] el origen de la vida [...] de aquellas basadas en opiniones o creencias.	
			Descripción de la materia. En: Anexo II (Materias del bloque de asignaturas específicas)	La formación de la Tierra y el origen de la vida.	
	1º Bachillerato	Cultura Científica	Criterios de evaluación (nº 4) bloque 2: La Tierra y la vida	Enunciar las diferentes teorías científicas que explican el origen de la vida en la Tierra.	
			Estándares de aprendizaje evaluables (nº 4.1) bloque 2: La Tierra y la vida	Conoce y explica las diferentes teorías acerca del origen de la vida en la Tierra.	
Evolución de la vida	4º ESO	Biología y Geología	Bloque 1: La evolución de la vida	Título del bloque.	
Yacimiento (s/p)	2º Bachillerato	Geología	Contenidos del bloque 8: Recursos minerales y energéticos [...]	Yacimiento mineral. Conceptos de reservas y leyes. Principales tipos de interés económico a nivel mundial.	
			Criterios de evaluación (nº 3) bloque 8: Recursos minerales [...]	Explicar el concepto de yacimiento mineral como recurso explotable, distinguiendo los principales tipos de interés económico.	
			Estándares de aprendizaje evaluables (nº 3.1) bloque 8: Recursos minerales [...]	Localiza información [...] de yacimientos, relacionarlos con los procesos geológicos formadores de minerales y de rocas.	