

# Proyecto GEOschools: reflexiones sobre la geología en la Enseñanza Secundaria Obligatoria

## *GEOschools project: teaching Geology in the Lower Secondary School level (ESO) in Spain*

Amelia Calonge<sup>1</sup>, Georgia Fermeli<sup>2</sup>, Guillermo Meléndez<sup>3</sup> y José Antonio Martínez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente, Univ. Alcalá, N.II Km 33,6. E-28871 Alcalá de Henares, Madrid, España. a.calonge@uah.es

<sup>2</sup> Department of Historical Geology and Palaeontology, Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens, Panepistimiopolis, 15784 Zographou, Athens, Greece. gfermeli@geol.uoa.gr

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza. C. Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, España. gmelende@unizar.es

<sup>4</sup> Museo Comarcal de Molina. Pza. de San Francisco s/n, Molina de Aragón 19300, Guadalajara, España. j\_albireo@hotmail.com

### ABSTRACT

An analysis is made of the legal framework and geological content of textbooks in the lower, obligatory level of Secondary Education (ESO) in Spain. The discussion on the geological content of textbooks shows the main deficiencies of the present state of Secondary Education on what concerns Earth Sciences and the need for a clear increase of both the content of geological disciplines. It also shows the convenience to make geology more attractive for students. At this point, the Geo-Routes (geodidactical itineraries along relevant areas) stand as a key-instrument for an active and participative teaching, due to their high educational and exemplifying potential.

**Key-words:** Earth sciences, education legal framework, geology teaching, textbooks, geological routes, Geoschools project.

### RESUMEN

En este artículo se analiza, en primer lugar, los contenidos geológicos que se incluyen en los libros de texto y los que aparecen en el Real Decreto del Ministerio. Posteriormente se plantean algunas consideraciones que tendrían que ser validadas referentes a los contenidos de temas geológicos en los libros de texto en la Educación Secundaria y, para terminar, se proponen algunas recomendaciones de carácter didáctico con objeto de promover una enseñanza más atractiva y participativa del alumnado de Secundaria. Las Rutas geodidácticas, en donde los puntos descritos constituyen claras ejemplificaciones de problemas geológicos son un buen recurso.

**Palabras clave:** Ciencias de la Tierra, Legislación, Enseñanza de la geología, libros de texto, rutas geológicas, proyecto Geoschools.

*Geogaceta*, 55 (2014), 99-102.  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 15 de julio de 2013  
Fecha de revisión: 22 de octubre de 2013  
Fecha de aceptación: 29 de noviembre de 2013

## Introducción

La actual Ley Orgánica de Educación (LOE) del 2006 apuesta por el desarrollo de un nuevo currículo que mejore, entre otras materias, los resultados de los jóvenes en ciencias. Particularmente, en España la competencia científica se separa de la matemática y se denomina "Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico". Esta competencia trata sobre las habilidades para desenvolverse adecuadamente, con autonomía e iniciativa personal, en ámbitos de la vida y del conocimiento (Pedrinaci, 2012).

En la Sociedad actual, la geología es una de las ciencias menos conocidas entre los jóvenes (Fermeli *et al.*, 2012). Se hace

necesario resaltar los aspectos dinámicos, las relaciones con los temas que preocupan a la sociedad, las vinculaciones con el entorno físico del alumnado y las aplicaciones prácticas, entre otros. La geología debería ser percibida como una disciplina interesante (que forma parte del patrimonio personal) y atractiva. Para ello es necesario impartir los contenidos geológicos más cercanos a los estudiantes para conseguir estimular su interés hacia la geología (Fermeli *et al.*, 2012).

Además cada vez se dedica menos tiempo a enseñar contenidos geológicos en favor de los biológicos presentes en las pruebas de acceso a la universidad. A pesar de esta reducción de horas destinadas a las asignaturas de geología, esta situación no

ha ido acompañada de una revisión de la extensión de los contenidos a impartir.

En este marco, el proyecto Geoschools, un proyecto de la Unión Europea subvencionado por el Programa de Aprendizaje Permanente (*Long life learning programs*) tiene como principal objetivo el definir el "Marco de referencia de principios de alfabetización geocientífica" que deberían impartirse en los centros europeos para la enseñanza obligatoria. Esto requiere comprender que el cambio en el modo de plantear la enseñanza de la geología pasa por compaginar el libro de texto con actividades prácticas y participativas. Y, en esta línea, encontrar formas de involucrar a los estudiantes y profesores en un nuevo enfoque del proceso de enseñanza y aprendizaje

de la geología que incluya metodologías más activas y participativas.

### Contenidos geológicos en la Enseñanza Secundaria Obligatoria

Se han analizado los contenidos geológicos que se imparten en la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO). En primer lugar se revisaron los contenidos geológicos que se incluyen en el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a este intervalo (Tabla I).

El siguiente paso ha consistido en realizar un diagnóstico inicial de la situación en la que se encuentran los contenidos geológicos en los libros de texto, puesto que los profesores los utilizan como el principal medio de enseñanza en los niveles educativos no universitarios.

En nuestro caso esto reviste una especial importancia ya que se trata de conocimientos de escasa repercusión social y tra-

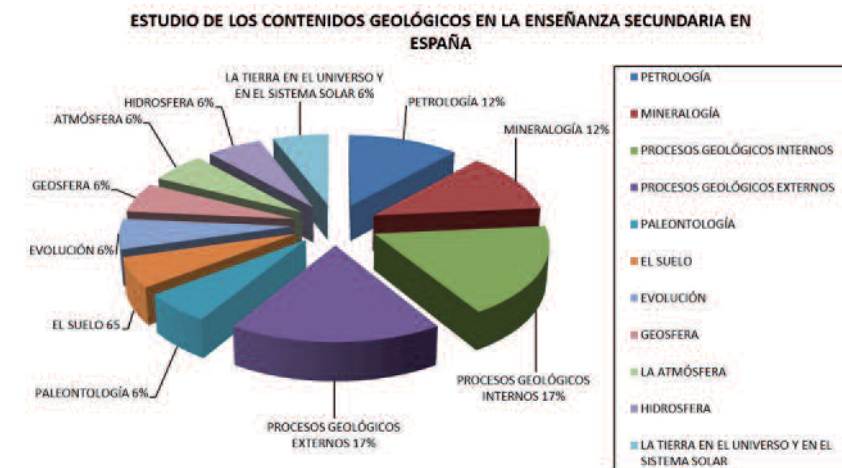


Fig. 1.- Porcentaje de diferentes contenidos geológicos incluidos en los libros de texto españoles.

Fig. 1.- Topic percentage of geological contents in the lower, Obligatory Secondary Education (ESO) textbooks, Spain.

dicionalmente deficitarios tanto en la enseñanza secundaria como en la formación del profesorado. El resultado del análisis de contenidos muestra que en España los temas más tratados en los libros de texto están relacionados con los procesos geológicos

seguidos por los materiales de la Tierra (Fig. 1):

- Geológicos internos (17%),
- Procesos geológicos externos (17%),
- Mineralogía (12%) y
- Petrología (12%).

Sin embargo, se tiene constancia de que existen importantes lagunas de conocimiento entre los jóvenes que finalizan la Educación Secundaria Obligatoria (Pedrinaci, 2012). Algunas causas responsables de estas carencias son la escasa actualización de contenidos de los libros de texto; la falta de medios para enseñar eficazmente la Geología y la falta de formación geológica del profesorado.

### Contenidos geológicos en los libros de texto

El análisis de contenidos se ha realizado seleccionando las once editoriales más significativas del mercado. El Real Decreto 69/2007 establece para el primer curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza el bloque temático "El Universo y la Tierra", dentro del cual se incluye la unidad "Composición de la Tierra" estructurada en tres temas: atmósfera, hidrósfera y geosfera (minerales y rocas: Tabla II). Asimismo se establece en el criterio 7 que los alumnos deben ser capaces de "conocer las rocas y los minerales más frecuentes, en especial los que se encuentran en el entorno próximo, utilizando claves sencillas". A este respecto, es interesante destacar como instrumento didáctico la amplia utilización de imágenes y fotografías, sobre todo relativas a minerales.

PRIMER CURSO	CIENCIAS DE LA NATURALEZA
(I) 1º	Contenidos comunes
(I) 2º	La tierra y el universo
(I) 3º	Materiales terrestres
(I) 4º	Los seres vivos y su diversidad
SEGUNDO CURSO	CIENCIAS DE LA NATURALEZA
(II) 1º	Contenidos comunes
(II) 2º	Materia y energía
(II) 3º	Transferencia de energía (calor, luz, sonido)
(II) 4º	Transformaciones Geológicas debidas a la energía interna
(II) 5º	Vida en acción (nutrición, reproducción, ciclos vitales)
(II) 6º	El medio ambiente natural (ecosistemas)
TERCER CURSO	BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA
(III) 1º	Contenidos comunes
(III) 2º	Diversidad y unidad de estructura de la materia
(III) 3º	Estructura interna de las sustancias
(III) 4º	Cambios químicos y sus repercusiones
(III) 5º	Las personas y la salud
(III) 6º	Las personas y el medio ambiente
(III) 7º	Transformaciones Geológicas debidas a la energía externa
CUARTO CURSO	BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA (OPCIONAL)
(IV) 1º	Contenidos comunes
(IV) 2º	La Tierra un planeta en continuo cambio (historia Geológica de la Tierra y Tectónica de placas)
(IV) 3º	La evolución de la vida
(IV) 4º	Las transformaciones en los ecosistemas

Tabla I.- Principales materias impartidas en los distintos cursos de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) en España en primer (I) y segundo (II) curso (dentro de la asignatura "Ciencias Naturales", y en tercer (III) y cuarto (IV) curso dentro de la asignatura "Biología y Geología". En negrita las materias geológicas.

Table I.- Main teaching modules taught in the four years of the Obligatory Secondary Education (ESO) in Spain related to Earth and Natural Sciences. First (I) and Second (II) year within the frame of the subject: "Natural Sciences". Third (III) and fourth (IV) year within the subject: "Biology and Geology". This subject in the fourth year is Optional.

En el segundo curso de la ESO los contenidos geológicos se integran en el bloque 4: transformaciones geológicas debidas a la energía interna de la Tierra (Tablas I y II). Esto incluye la transferencia de energía en el interior de la Tierra; las manifestaciones de la energía interna de la Tierra (erupciones volcánicas y terremotos), la valoración de los riesgos volcánicos y sísmicos e importancia de su predicción y prevención; la identificación de rocas magmáticas y metamórficas y relación entre su textura y su origen, y las manifestaciones de la geodinámica interna en el relieve terrestre.

En el tercer curso de la ESO la "Biología y Geología" se divide en dos grandes bloques. El primero fundamentalmente biológico. El segundo bloque incluye los contenidos mineralógicos y petrológicos en el bloque 7, y las transformaciones geológicas debidas a la energía externa (Tablas I-III) con los siguientes epígrafes:

1) La energía solar en la Tierra. La atmósfera y su dinámica.

2) Interpretación de mapas del tiempo sencillos. El relieve terrestre y su representación. Los mapas topográficos y su lectura.

3) Alteraciones de las rocas producidas por el aire y el agua. La meteorización.

4) Los torrentes, ríos y aguas subterráneas como agentes geológicos. La sobreexplotación de acuíferos. La acción geológica del hielo y el viento. Dinámica marina.

5) La formación de rocas sedimentarias. El origen y utilidad del carbón, del petróleo y del gas natural. Valoración de las consecuencias de su utilización y agotamiento.

Algunos libros de texto amplían, de manera acertada, estos contenidos básicos incluyendo un tema que abarca contenidos de cristalografía y mineralogía. En conjunto, todas las editoriales analizadas integran conocimientos fundamentales. No obstante, falta una visión integradora y contextualizada de los mismos con el mundo que nos rodea, tanto en lo relativo a su interés patrimonial, como a su importancia a nivel local y global.

### Importancia del patrimonio en la enseñanza de la Geología

Un objetivo que de forma reiterada se incluye en la asignatura de Biología y Geología es: "Conocer el patrimonio natural de nuestra Comunidad Autónoma, sus características y elementos integradores, y valorar la necesidad de su conservación y mejora".

Sin embargo, destaca la precariedad, o la total ausencia, de la información ofrecida sobre el patrimonio geológico. Esto puede ser debido al hecho de constituir este patrimonio geológico un conocimiento claramente minoritario en relación con otros contenidos de las ciencias de la naturaleza, a pesar de ser una parte fundamental de la formación científica de los ciudadanos y por lo tanto, de su cultura básica. Esta ausencia de contenidos explícitos sobre patrimonio no quiere decir que éstos no se encuentren presentes en los libros de texto de una manera implícita. De hecho, es constante la utilización de facto del patrimonio como herramienta didáctica para ejemplificar los principales procesos geológicos y los materiales de la Tierra, mediante la utilización frecuente de imágenes fotográficas de puntos de interés geológico y piezas museísticas.

No se puede ignorar que los Lugares de Interés Geológico (LIG) lo son por ser los que mejor ejemplifican un elemento, un proceso geológico o una forma característica. Igualmente, los yacimientos protegidos bajo una categoría legal determinada han sido señalados por su especial riqueza y representatividad o por la conservación excepcional de los ejemplares. En general, con muy escasas excepciones casi todos los bloques temáticos de carácter geológico incluyen ilustraciones representativas del patrimonio geológico.

En otro orden de cosas, el trabajo de campo es el punto de partida de cualquier estudio geológico. En esta línea se puede afirmar que la geología es una ciencia cuyo laboratorio se encuentra en el entorno. Por esta razón el trabajo de campo es primordial a la hora de adquirir competencias y conocimientos geológicos.

A este respecto se propone un cambio didáctico profundo, combinando metodologías de enseñanzas tradicionales y excursiones geológicas que favorezcan formas de enseñar geología más activas y participativas. Una posible propuesta consiste en proponer rutas y recorridos geológicos (georutas) que incluyan puntos geológicos de interés con valor educativo y científico (Calonge *et al.*, 2013) así como apoyar y promover la creación de parques geológicos, centros de interpretación, museos locales, etc., desde las sociedades e instituciones vinculadas con la geología.

Por otro lado, el acondicionamiento de los puntos de interés geológico (tales como los paleontológicos o mineralógicos) incre-

menta de un modo directo su riesgo de destrucción y expolio; por ello es necesario que las medidas de acondicionamiento y adecuación didáctica y turística vayan acompañadas de las correspondientes medidas de protección y mantenimiento. Estos aspectos resultan cruciales para la protección del patrimonio geológico y la geoconservación.

### Un ejemplo de geo-ruta: recorrido por el Parque Natural del Alto Tajo (Tabla II)

El entorno de Molina de Aragón ofrece unas condiciones excelentes para la enseñanza práctica de las Ciencias de la Tierra. La ruta geológica propuesta plantea un recorrido didáctico por algunos puntos de interés geológico del Parque Natural del Alto Tajo.

Parada 1. Área experimental de Checa (Fig. 2): aquí podemos encontrar diferentes litologías presentes en el Parque Natural, un notable yacimiento de graptolitos (Calonge y Rodríguez, 2008), un interesante *dropsstone*, o un edificio travertínico en formación. Este espacio ha obtenido el reconocimiento del proyecto de la UNESCO *Global Geosites* como lugar de interés geológico internacional por sus excelentes condiciones para el estudio del Paleozoico Inferior (Carcavilla, 2007).



Fig. 2.- Explicación a un grupo de alumnos de la ESO en el Área experimental de Checa (Parque Natural del Alto Tajo)

Fig. 2.- Teaching geology in the field to a group of students of the ESO in the Experimental Area of Checa (High Tagus Natural Park).

Parada 2. Ciudad Encantada de Chequilla: este pequeño pueblo se encuentra situado entre bloques de arenisca del Buntsandstein que han dado lugar a una "ciudad encantada" de roca muy atractiva. El lugar es idóneo para explicar aspectos relacionados con el origen de estas formas erosivas, así como para plantear cuestiones sobre el mismo.

Parada 3. Salinas de Armallá: en esta población se encuentran unas antiguas salinas que en la actualidad no se encuentran en explotación. Sin embargo, mantienen aún las antiguas instalaciones en buen estado de conservación, siendo posible su visita previa solicitud a los propietarios. Permite relacionar aspectos como geología y usos tradicionales.

Parada 4. Barranco de la Hoz del río Gallo: se trata de un espectacular afloramiento de una serie detrítica de edad permo-triásica entre las que destacan las facies Buntsandstein, que tienen aquí varias secciones tipo de las formaciones que la componen. El cañón excavado por el río Gallo pone al descubierto algunos aspectos interesantes de la sedimentación fluvial (hoy parcialmente reinterpretada como de ambiente desértico) y las estructuras de plegamiento como los pliegues alpinos de estos materiales (Carcavilla, 2007). Las condiciones para la visita son asimismo idóneas, al encontrarse en una carretera comarcal poco transitada, y abastecida de servicios para el visitante. Por sus buenas condiciones para realizar estudios de sedimentología en la zona centro peninsular, esta área ha sido también incluida en el proyecto *Global Geosites* de la UNESCO.

Parada 5. Mirador de Zaorejas: este mirador constituye un punto privilegiado ya que ofrece unas magníficas vistas del cañón del Río Tajo que discurre por debajo del mirador. Desde él es posible observar los espectaculares cortados labrados por la acción erosiva del río, formados en calizas y dolomías del Cretácico Superior (Carcavilla, 2007). El trazado del río Tajo en este sector responde a la presencia de una compleja estructura tectónica descrita como falla del Alto Tajo-Valdecabriel.

**Conclusiones**

En base a lo anterior se apuntan algunas posibles consideraciones.

La primera está relacionada con los contenidos geológicos que se incluyen en los libros de texto en la Enseñanza Secundaria Obligatoria. No podemos decir que exista un libro de texto propio que haya marcado el contenido de los demás. Parece que son los autores los que en base a su formación y su experiencia recortan o am-

Nº	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PROBLEMA	1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO
1	Área experimental de Checa	Pliegues Hercínicos; Dropstone, Travertinos	Casos geológicos diversos	Tema 3			Tema 3
2	Ciudad Encantada Chequilla	Formas erosivas en Arenisca	Proceso de formación; Origen	Tema 3		Tema 7	
3	Salinas de Armallá	Explotación de sal (Keuper)	Origen geológico-histórico	Tema 3		Tema 7	
4	Hoz del Río Gallo	Cañón fluvial, serie permo-triásica	Geomorfología, Estratigrafía: Serie permo-triásica	Tema 3		Tema 7	
5	Mirador Zaorejas	Cañón y Falla del Alto Tajo (Belleza Paisajística)	Formación del Cañón. Serie Cretácica			Tema 7	

**Tabla II.- Principales puntos de interés geodidáctico descritos en la Ruta del Parque Natural del Alto Tajo. En Descripción se muestran los principales elementos y procesos geológicos que pueden reconocerse en cada uno; Problema hace referencia a los distintos debates que pueden suscitar. En los restantes apartados se muestran los temas del currículo en los que podrían ser utilizados estos lugares de interés geológico.**

*Table II.- Main selected educational points in the Geo-Route of High Tagus Natural Park. The row "Description" makes reference to the main elements and processes described. The row "Problem" refers to the debates and problems raised by the point described. The remaining rows precise the chapters of the described textbooks in which these problems are referred or explained.*

plían los contenidos geológicos dirigiéndolos a la situación concreta del curso al que va dirigido.

En segundo lugar, los contenidos geológicos tienen que ocupar una posición significativa, no sólo como conocimiento cultural sino como necesidad para crear vocaciones y poder atender al relevo generacional. El planeta Tierra, y los cambios que en él se han producido a lo largo de los tiempos, no es un conocimiento específico de una determinada ciencia sino un bien cultural cuyo conocimiento debe extenderse a todos los niveles de la educación obligatoria.

El proyecto GeoSchools pretende mejorar los conocimientos geológicos de los estudiantes de Enseñanza Secundaria Obligatoria y apuesta por una alfabetización geológica elemental en toda Europa para que los jóvenes sean capaces de comprender y transmitir los conceptos fundamentales que controlan la dinámica de la Tierra y tomar decisiones responsables sobre la Tierra como un sistema global.

Por último, en referencia a la propuesta de geo-rutas como recurso educativo, insistir en que los afloramientos que conforman las mencionadas geo-rutas poseen un enorme potencial didáctico y constituyen un método ideal para acercar la geología a los jóvenes de cualquier nivel educativo. La educación es la clave para un futuro sostenible. El futuro está en manos de las nuevas generaciones y por lo tanto el futuro de las Ciencias de la Tierra está en sus manos también.

**Agradecimientos**

EU Project: GeoSchools, (EACEA-LLP). Proyecto E-17 "Patrimonio y Museo Paleontológico" Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad (DGA), con participación del Fondo Social Europeo. Proyecto UCM: CGL 2011-23947/ BTE (MICIIN). Grupo de Investigación CCEE 2008/R02 (UAH: Enseñanza Ciencias de la Tierra).

**Referencias**

Calonge, A., Fermeli, G., Meléndez, G., Carvalho, C.N. y Rodrigues, J. (2013). En: *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo* (J. Vegas, A. Salazar, E. Díaz-Martínez y C. Marchán, Eds.). *Cuadernos del Museo Geominero* 15, 495-504.

Calonge, A. y Rodríguez, M. (2008). *Geología de Guadalajara*. Obras colectivas Ciencias 03 UAH, 368 p.

Carcavilla, L. (2007). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 15(1), 65-76.

Fermeli, G., Meléndez, G., Dermi-tzakis, Calonge, A., Steininger, F. y Makridis, G. (2012). En: *XVII Simposio Enseñanza de la Geología* (A. Sarmiento, M. Cantano y G.R. Almodóvar, Eds.). Publicaciones de la Universidad de Huelva, 29-47.

Ministerio de Educación y Ciencia (2007). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. BOE de 5 de enero de 2007. Madrid.

Pedrinaci, E. (2012). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 20(2), 133-140.