

El valor didáctico del patrimonio geológico y el valor patrimonial de los recursos didácticos

Geoheritage as an educational resource and educational resources as heritage

INÉS FUERTES-GUTIÉRREZ¹, MARTA PÉREZ ARLUCEA², RITA GONZÁLEZ-VILLANUEVA², FRANCISCO ARIAS FERRERO³, RUTH HERNÁNDEZ PAREDES⁴, CARLOS J. DE MIGUEL XIMÉNEZ DE EMBÚN⁴, JULIA ESCORIHUELA MARTÍNEZ⁵, JAIME CUEVAS-GONZÁLEZ⁶ Y JOSÉ MANUEL GARCÍA AGUILAR⁷

¹ Coordinación del artículo. IESO Puente de Domingo Flórez. Pza. Virgen de la Luz, s/h. 24071. Puente de Domingo Flórez (León). E-mail: ifueg@unileon.es

² Los medios sedimentarios actuales como campo de experimentación docente en Ciencias del Mar. Departamento de Geociencias Marinas y O.T. Facultad de Ciencias del Mar. Universidade de Vigo. Campus de Vigo, 36310-Vigo. E-mail: marlucea@uvigo.es

³ Conociendo el Bierzo a través de los senderos geonaturales. Sección de Naturaleza y Senderismo del Instituto de Estudios Bercianos. Vía Río Oza nº 6. C.P 24402, Ponferrada (León). E-mail: farias@villablanca.e.telefonica.net

⁴ Actividades para dar a conocer el Patrimonio Geológico en el Parque Nacional de Guadarrama. Turismo Geológico. Servicios y Formación de Turismo Geológico. C/Vinateros Nº 90. 28030. Madrid. E-mail: ruth.hernandez@turismogeologico.com

⁵ El marco de enseñanza en Secundaria ofrecido por el Parque Geológico de Aliaga. Empresa Jumidosiv. Gerente del Parque Geológico de Aliaga. C\ San Antonio s/h, 44150 Aliaga (Teruel). E-mail: jumidosiv@gmail.com

⁶ Las "geoyincanas" como estrategia para acercar el Patrimonio Geológico a los estudiantes de Enseñanza Secundaria. Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante. Apartado 99. E-03080. E-mail: jaime.cuevas@ua.es

⁷ El patrimonio geológico de la Costa del Sol (Málaga): una experiencia didáctica multidisciplinar para la enseñanza de la Geología. Departamento de Ecología y Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. 29071- Campus de Teatinos. E-mail: jmg.aguilarg@gmail.com

Resumen El presente trabajo muestra una compilación de experiencias didácticas que emplean el patrimonio geológico como herramienta pedagógica en la enseñanza de las materias relacionadas con las Ciencias de la Tierra. El objetivo de todas ellas es acercar al alumnado al conocimiento y comprensión de los procesos que acontecen en nuestro planeta, con la finalidad de lograr un acercamiento y sensibilización hacia los mismos. Las seis propuestas seleccionadas presentan variedad en cuanto al contexto territorial de desarrollo de las actividades, a los contenidos y niveles trabajados (desde Enseñanza Secundaria hasta estudios universitarios) y a las metodologías utilizadas para la transmisión de dichos contenidos. Dentro de esta diversidad pueden distinguirse dos grupos de actividades diferentes. El primero de ellos se basa en el desarrollo de experiencias pedagógicas en localidades cuyas características geológicas resultan modélicas, únicas y/o espectaculares. Por el contrario, el segundo conjunto de actividades se centra en el trabajo de los recursos geológicos presentes en el entorno próximo del centro educativo. En ellas se explota su valor patrimonial, es decir, su potencial didáctico para abordar el estudio de la historia geológica del territorio. A través de las actividades incluidas en este compendio, se evidencia la validez de ambos tipos de aproximaciones y, al mismo tiempo, se debaten y realzan algunas de las virtudes más destacables de cada una de ellas. De esta manera, este catálogo podría resultar útil e inspirador para posibles planteamientos futuros.

Palabras clave: Patrimonio geológico, Ciencias de la Tierra, recursos docentes, experiencias didácticas, salida de campo.

Abstract *This manuscript presents a compilation of didactic experiences, which address the teaching of Earth Sciences through the knowledge of geological heritage. The aim of these proposals is to promote students' comprehension of the Earth processes so that they may develop a positive attitude towards them. The six activities chosen offer a catalogue with a variety of sites, methodologies, contents and levels. Within this variety, the activities shown can be gathered into two separate groups. On the one hand, the first group collects experiences, which use geological heritage, i.e., the*

experiences are developed in places whose geological content is exemplary, unique and/or spectacular. On the other hand, the second group is focused on the geologic resources in the neighborhood of the school. These sites have heritage value, that is, an educational value for studying the geologic history of their territory. The activities drawn together show that both viewpoints are useful, and the benefits of each are pointed out. Consequently, this catalogue might be useful and inspiring for forthcoming attempts in this field.

Keywords: *Geoheritage, Earth Science, educational resources, educational experiences, field works.*

INTRODUCCIÓN

Si tomáramos la definición de patrimonio geológico (ver artículos 1 y 3 de este monográfico, o bien Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad) y la aplicáramos en un escenario utópico, llegaríamos a la conclusión de que el planeta entero es patrimonio geológico. Cada localidad o elemento es producto de la dinámica natural acontecida en ese territorio a lo largo del tiempo geológico. Por ello, aunque en ocasiones de forma menos inteligible, cualquier lugar lleva impresa su historia, que es a su vez una pieza (más o menos pequeña) del gran puzzle de la historia del planeta.

No obstante, la realidad y el pragmatismo imponen ciertas limitaciones a la gestión del patrimonio geológico. Por ello, en la actualidad, esta se lleva a cabo básicamente a través de la selección de Lugares de Interés Geológico (LIG) (ver artículos de Santos Casado, Carcavilla, Díaz-Martínez et al. y Fuertes-Gutiérrez y Fernández-Martínez en este monográfico). La conservación se centra en aquellas localidades que cumplen determinadas características y cuyas peculiaridades o contenido geológico las hacen relevantes. Esta orientación resulta útil y práctica en la medida que garantiza la preservación de aquellos elementos excepcionales por su estado de conservación, por su rareza, validez como modelo de los procesos o formas geológicas que contienen, etc. Por otro lado, cabe recordar que una gestión adecuada de la naturaleza implica necesariamente la consideración de otros aspectos de la Gea más allá de los patrimoniales, como pueden ser su papel como sustento de la biodiversidad o para

el abastecimiento de agua potable. Estos aspectos han sido analizados con detalle en diversas investigaciones y recopilados de forma exhaustiva por Gray *et al.* (2013).

En este trabajo se han agrupado seis experiencias que vinculan patrimonio geológico y didáctica (Fig. 1):

1. Los medios sedimentarios actuales como campo de experimentación docente en Ciencias del Mar.
2. Conociendo el Bierzo a través de los senderos geonaturales.
3. Actividades para dar a conocer el Patrimonio Geológico en el Parque Nacional de Guadarrama.
4. El marco de enseñanza en Secundaria ofrecido por el Parque Geológico de Aliaga.
5. Las geoyincanas como estrategia para acercar el Patrimonio Geológico a los estudiantes de Enseñanza Secundaria.
6. El patrimonio geológico de la Costa del Sol (Málaga): una experiencia didáctica multidisciplinar para la enseñanza de la Geología.

Entre las actividades presentadas cabe distinguir dos grupos que presentan planteamientos básicos diferenciados: el primero de ellos utiliza el valor del patrimonio geológico como recurso didáctico, mientras que el segundo otorga un valor patrimonial a los recursos didácticos que el profesorado puede encontrar y explotar en el entorno de sus centros de trabajo.

- El patrimonio geológico como recurso didáctico.

Esta corriente aprovecha las características excepcionales de los LIG para introducir determinados conceptos geológicos al alumnado. Este tipo de actividades resulta hoy en día relativamente común, pues lleva varios años siendo testado y mejorado y siempre ha generado resultados muy positivos. En primer lugar, la espectacularidad o validez como modelo de un determinado proceso que presentan muchos LIG facilita su comprensión por parte del alumnado. Este hecho queda patente en el trabajo desarrollado con estudiantes universitarios en el sistema barrera-laguna de Louro, en la costa gallega (experiencia 1 de esta recopilación). Por otro lado, como destaca la actividad didáctica realizada con alumnado de Secundaria en torno al patrimonio geológico de la Costa del Sol malagueña (experiencia 6 de esta recopilación), el acercamiento al patrimonio geológico crea un contexto idóneo para el desarrollo de tareas multidisciplinarias. Entre ellas pueden incluirse las necesarias para la comprensión e implicación de las personas en la gestión ambiental



Fig.1. Mapa de ubicación de las seis localidades en las que se han realizado las experiencias didácticas con el patrimonio geológico que se exponen en este artículo.

y en los conflictos territoriales. Ello permite un desarrollo específico de la competencia social y ciudadana, que se evidencia especialmente en el planteamiento llevado a cabo en el Parque Geológico de Aliaga (experiencia 4 de esta recopilación).

En todo caso, este tipo de actividades supone el contacto del alumnado con el patrimonio geológico a través de la salida de campo, que constituye la herramienta básica de todas las propuestas presentadas. En concreto, las potencialidades de las actividades de campo son analizadas en el proyecto didáctico del Parque Nacional de Guadarrama (experiencia 3 de esta recopilación), que realza el carácter enriquecedor y motivante de las mismas.

- El valor **patrimonial de los recursos didácticos**. Este segundo grupo de trabajos se asienta sobre el hecho de que cualquier lugar tiene una historia geológica propia, que forma parte de la historia del planeta y por tanto, puede ser considerado patrimonio geológico (aunque sea a una escala local). La filosofía subyacente es el aprovechamiento de los recursos didácticos que ofrece el entorno del centro educativo para darles un tratamiento como LIG y poder introducir algunos de los conceptos relacionados con la conservación del patrimonio geológico. Aunque esta vía ha sido menos trabajada, en este monográfico se incluyen tres experiencias con esta orientación: una constituye un artículo completo (ver artículo de Fuertes-Gutiérrez y Fernández-Martínez en este monográfico); la segunda (experiencia 5 del presente artículo) narra la realización de una gymkhana geológica en la costa de Alicante, cuyo desarrollo además promueve el encuentro entre estudiantes de Secundaria, Bachillerato y universidad; en tercer lugar, los senderos geonaturales del Bierzo (experiencia 2 del presente trabajo) siguen esta corriente y se apoyan en el patrimonio geológico para ofrecer una imagen holística de la naturaleza. Como se destaca en dicho artículo, esta óptica global, que necesariamente tiene que partir del origen (la geología), tiene además un componente humanístico que enriquece nuestro intelecto y espíritu.

Una de las ventajas de este segundo tipo de planteamientos es que no precisan de una zona de “prestigio geológico” reconocido. Como consecuencia de ello, los LIG no serán tan modélicos ni espectaculares. Pero como contrapunto, esta metodología acerca al alumnado a su propio territorio, generando vínculos positivos con el mismo. Y sobre todo, a través del análisis local, se plantea un concepto de patrimonio geológico global, que mira hacia ese escenario utópico en el que cualquier parte del planeta merece ser conservada, sin jerarquías ni selecciones.

EXPERIENCIAS

Los medios sedimentarios actuales como campo de experimentación docente en Ciencias del Mar

El estudio de los sistemas sedimentarios costeros, como las playas, estuarios, deltas, etc., es de

gran relevancia por su interés general paisajístico, socio-político y económico. En particular, los sistemas barrera-laguna (o barrera-lagoon, Fig. 2) presentan un interés adicional por su valor ecológico. La mayor parte de estos sistemas pertenecen a Áreas de Protección especial según las normativas de los diferentes países. En el marco de la Unión Europea se han implementado grandes esfuerzos para proteger estas lagunas costeras y los ecosistemas marinos. La normativa más ambiciosa para proteger estos medios es la *Marine Strategy Framework Directive* (DMEM, 2008/56/CE), que tiene como objetivo marcar un buen status ecológico para 2015. De acuerdo con la Directiva de Hábitats (DC 92/43/CEE) en la región costera atlántica existen tres tipos de hábitats de alta prioridad, siendo uno de ellos las Lagunas Costeras (Nat-2000 1150). *El Monte y la laguna de Louro* es un espacio protegido LIC (Lugares de Interés Comunitario; Xunta de Galicia) de la Red Natura 2000. Presenta un alto valor geomorfológico y sedimentario y fue clasificado por la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras (2011) como Punto de Interés Geológico (PIG C-116) de importancia nacional (<http://www.xunta.es/litoral/>). En carreras universitarias como Ciencias del Mar, que se imparten en varias Universidades del ámbito nacional, el estudio de los medios costeros y marinos es de gran importancia no sólo por el valor académico que implica su conocimiento sino también por su valor geológico, ecológico, social y económico.

Prácticas de campo en el Complejo barrera-lagoon de Louro

Uno de los ambientes costeros objeto de varias investigaciones por sus condiciones únicas de conservación e interés es el sistema barrera-lagoon de Louro (Fig. 3) y ha sido estudiado bajo distintos puntos de vista (Almécija *et al.*, 2009; Pérez-Arlucea *et al.*, 2011; González-Villanueva, 2012, 2013). Se encuentra en la parte externa de la Ría de Muros, cerca de la divisoria de aguas con la Ría de Corcubión (Fig. 2) en la costa atlántica gallega. Este complejo sedimentario es excepcional para llevar a cabo prácticas docentes. En primer lugar, presenta una buena ac-

Fig. 2. El complejo sedimentario de Louro está formado por una barrera que separa el mar abierto de una laguna costera. En la imagen de la derecha se observa la foto aérea con la posición de los principales ambientes sedimentarios. El mapa de Galicia muestra las cuencas de drenaje de las Rías Bajas y la posición del sistema barrera-lagoon de Louro.

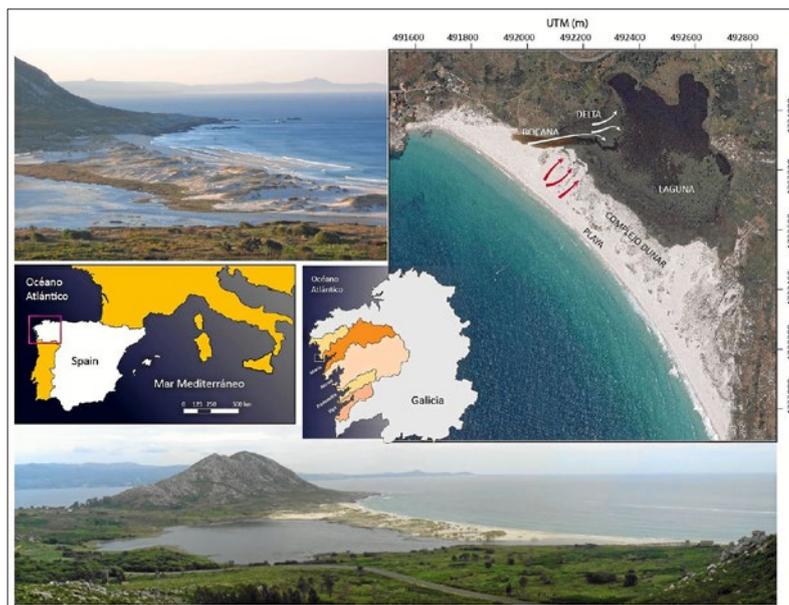


Fig. 3. Algunos aspectos del Complejo sedimentario de Louro. De izquierda a derecha arriba: detalle de cordón dunar; detalle del sedimento de la playa; levantamiento de perfiles topográficos con una estación total, usando un GPS diferencial y detalle de la toma de datos. Abajo: Panorámicas de la playa durante una tormenta y en condiciones de buen tiempo.



cesibilidad, es de tamaño reducido y muestra una importante variedad de ambientes que sirven para ilustrar no sólo la metodología de estudio de estos ambientes sino también para relacionar los procesos físicos involucrados en su formación.

En el complejo sedimentario se pueden llevar a cabo distintas prácticas (Fig. 4):

Fig. 4. Levantamiento de perfiles topográficos para el estudio de la morfología de las playas. En la imagen superior (A) se representa un cambio de estación con un nivel óptico y en la inferior (B) cómo se realizan los cambios de ángulo con un teodolito.

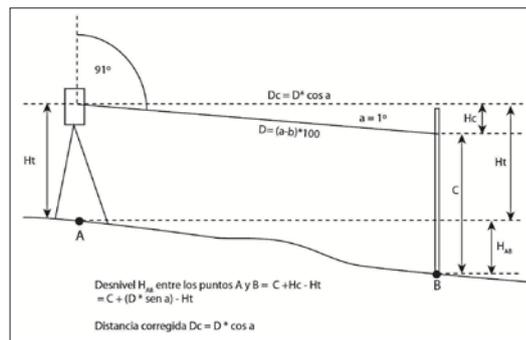
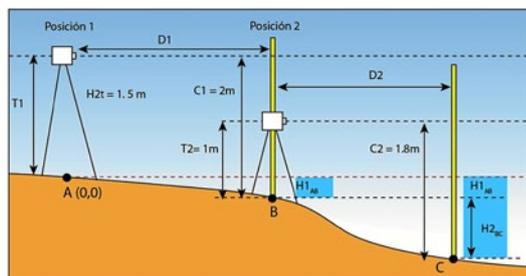
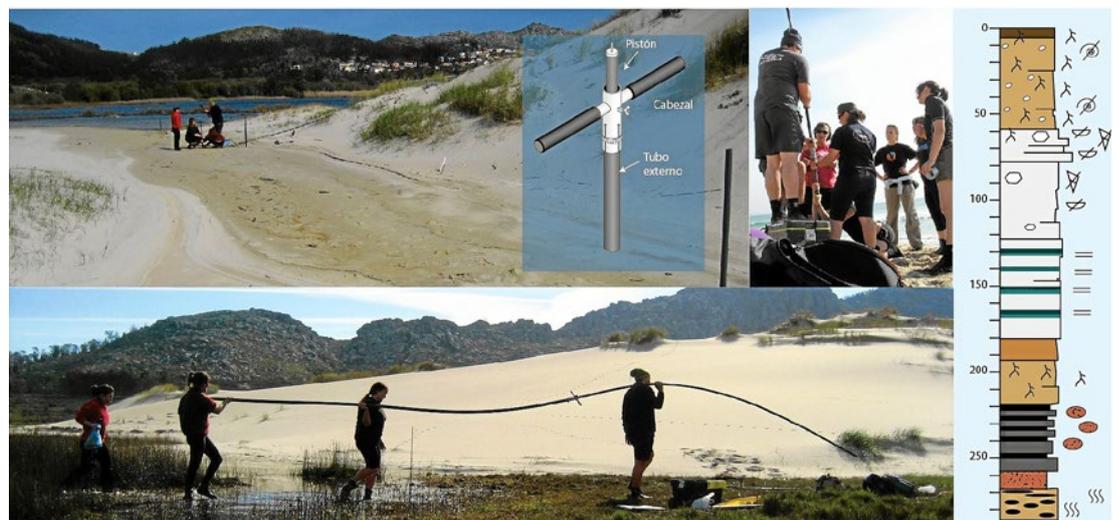


Fig. 5. Extracción de sondeos en un corredor de tormenta y en el borde de la laguna utilizando un muestreador TESS-01. El sedimento tiene que estar húmedo y no compactado o cementado, para que se pueda extraer. Los tubos utilizados pueden tener cualquier longitud y se abren posteriormente en el laboratorio para su descripción (derecha). Es útil utilizar un tubo corto (1 m máximo) para obtener sedimentos superficiales y observar variaciones verticales. En este caso se puede extraer el sedimento directamente en el campo para su observación.

1) Realizar un reconocimiento general de la zona de estudio para que el alumnado identifique los distintos ambientes sedimentarios, indicando cuales



son los procesos principales que actúan en cada caso en relación con las condiciones de clima marítimo y meteorológicas. Al mismo tiempo, se realizan observaciones sobre las características composicionales y texturales del sedimento y las estructuras sedimentarias de cada medio.

2) Levantamiento de perfiles topográficos. Se pueden realizar de diversas maneras. El método más convencional es el nivel óptico, aunque también se puede utilizar una estación total, un teodolito o un GPS diferencial.

Utilizando dos métodos diferentes, el alumnado puede comparar los resultados posteriormente en las prácticas de gabinete.

3) Obtención de sondeos someros con un muestreador de mano. En esta práctica se puede utilizar un corer TESS-01 (Méndez et al., 2003), que es fácil de transportar y no causa impactos negativos en el medio. Con esta técnica se pueden extraer varios sondeos (hasta un máximo de 4.5 m aproximadamente) para la observación de la distribución vertical de los sedimentos en los diferentes ambientes.

En esta práctica de campo, que se completaría con el análisis de los datos en el laboratorio y en gabinete, los alumnos adquirirían las competencias de 1) reconocer ambientes sedimentarios en el campo, 2) reconocer y ser capaz de describir los tipos de sedimentos de cada ambiente, 3) levantar perfiles topográficos para el reconocimiento de elementos morfológicos en las playas u otro ambiente, 4) aprender a extraer sondeos someros y describirlos y 5) reconocer cambios verticales de facies en los sedimentos.

Conociendo el Bierzo a través de los senderos geonaturales

Nuestro territorio es todavía un gran desconocido para la mayoría de nosotros. Conocemos sólo la piel superficial, su epidermis, obviando que, detrás de ella, están las razones del asentamiento del ser humano en la misma. Si hay un río, una vega cultivable, un cerro donde ubicar un caserío, unos terrenos propicios para el cultivo de arbolado, un clima benigno o, sencillamente, un paisaje sublime que el transcurso del tiempo ha modelado cadenciosamente, todo ello, en su conjunto, es consecuencia de procesos geológicos -muy lentos a la escala temporal humana-, que han configurado un paisaje tan atractivo como para que cualquier ser vivo lo haya elegido para vivir en él. No debemos olvidar, por tanto, que la primera razón es siempre de tipo geológico.

Pero la mayoría de las veces no observamos el territorio con un pensamiento geológico, despreciando con ello un viaje intelectual a través del tiempo. No nos paramos a reflexionar, a leer las páginas del paisaje como si de un gran libro se tratara.

Por todo ello, merece la pena realizar un esfuerzo hacia el conocimiento de nuestro territorio, tanto de la capa superficial, como de lo que hay debajo de ella, a través del estudio de todo lo que está relacionado con las Ciencias de la Tierra y las claves que facilitan su comprensión: los minerales y las rocas, la composición de la Tierra, la localización de depósitos minerales, la medición del tiempo geológico, el modelado paulatino del paisaje, la transformación del medioambiente, los fósiles y la evolución de los seres que los han generado; o términos más complejos como la tectónica de placas, la deriva continental, las orogenias, el volcanismo de la corteza terrestre, el campo magnético y su origen, o el oxígeno y su evolución.

Resulta difícil comprender cómo el tiempo puede convertir una agreste zona montañosa en una monótona llanura, o un mar en un amplio desierto. Los ríos y los agentes atmosféricos van desmontando, poco a poco y de manera incesante, las estructuras montañosas a favor de la pendiente, hasta transformarlas en guijarros y arena, que finalmente se depositan en el mar. Los terrenos que emergen son digeridos hacia el interior de la corteza terrestre, donde las rocas se transforman en otras diferentes, para alcanzar de nuevo la superficie y empezar otro ciclo vital regenerador y cuasi infinito.

Conscientes por tanto de las carencias que, en general, tiene la sociedad en todo lo relacionado con las Ciencias de la Tierra, así como de la comprensión de todas las fuerzas que rigen nuestra planeta, los que nos consideramos apasionados y divulgadores de esta disciplina tenemos la obligación moral de transmitir, a la sociedad en general y a las nuevas generaciones en particular, el conocimiento adquirido tras muchos años de recorrer nuestros paisajes y montes con ese afán investigador que distingue al ser humano.

En el último quinquenio, la recuperada Sección de Naturaleza y Senderismo del Instituto de Estudios Bercianos ha puesto en marcha iniciativas, bajo el nombre de "Senderos Geonaturales", para dar a conocer, desde otras perspectivas, el rico patrimonio

de la comarca del Bierzo. A tal fin, se han diseñado una treintena de rutas por nuestro pequeño territorio, de apenas tres mil kilómetros cuadrados. Todas ellas tienen en común la Geología, que es un tema recurrente en cada uno de los itinerarios, constituyendo el centro de gravedad de los mismos, pero sin obviar otros valores y puntos de vista, como los botánicos, históricos, ecológicos, industriales, etnográficos, etc. La enseñanza geológica se dosifica poco a poco, entremezclada con conocimientos de otras disciplinas.

La comarca del Bierzo presenta una geodiversidad envidiable, y es muy fácil, incluso eligiendo un punto al azar sobre la misma, diseñar un itinerario que tenga algún valor didáctico o divulgativo desde alguna de las perspectivas mencionadas anteriormente.

La depresión intramontañosa berciana y sus territorios fronterizos constituyen una unidad litológica que atesora parte de los zócalos de los territorios con los que limita; es León, pero también Zamora, Galicia y Asturias. Un territorio antiguo, Paleozoico, donde finaliza la rodilla astúrica antes de subducir bajo la meseta castellana. Un inmenso barco a la deriva que arrumba hasta orillar en otros territorios con los que une sus aparejos.

El hecho de que las excursiones didácticas, que combinan el esfuerzo físico con el intelectual, sean codirigidas por estudiosos que no tienen una formación puramente geológica, y que se han acercado a la Geología de manera vocacional y por la necesidad de comprender, como lo son un microbiólogo que se ocupa de la paleontología, el tiempo geológico y la estratigrafía, y un ingeniero industrial, que atiende el conocimiento de las rocas y minerales, la física y la geomorfología, han dado como resultado un binomio capaz de transmitir, en un lenguaje sencillo y apasionado, la importancia de lo que atisba nuestra retina cuando se observa el paisaje detenidamente.

Los Senderos Geonaturales son tan variados como los que se presentan a continuación, a modo de reducido muestrario:

* Itinerarios paleontológicos: 1) recorrido por el Ordovícico y Silúrico berciano, la fauna de trilobites, bivalvos y braquiópodos (Fig. 6), 2) ruta por los fósiles devónicos intramontañosos y de la cabecera del río Sil, 3) caminando por la pequeña faja costera del Devónico berciano: la fauna de trilobites, corales y braquiópodos y 4) viaje a los

Fig. 6. Trilobites del Devónico berciano





Fig. 7. Concentrado aurífero obtenido por bateo en las aguas del Río Sil.

antiguos bosques carboníferos (Iguña, Tremor, Valdesamaro, Fabero, Alto Sil).

- * Itinerarios geomorfológicos: 1) reconocer Gondwana a lomos de la Sierra de los Aquilianos, 2) visita a las terrazas fluviales terciarias y cuaternarias, 3) descubriendo los pliegues de la Sierra del Caurel, 4) recorrido por el glaciario de los valles bercianos 5) comprendiendo las estructuras meandriformes de nuestros ríos y 6) inmersión en nuestras cárcavas y argallos.
- * Itinerarios mineralógicos: 1) ruta por las localidades de Yeres, Paradela de Mucos, Onamio y Valdefrancos.
- * Itinerarios hidrológicos: 1) estudiando las capturas fluviales y las discontinuidades y líneas piezométricas que dan lugar a los manantiales y 2) un recorrido desde las turberas hasta el curso medio de nuestros ríos.
- * Otros itinerarios geológicos: 1) conociendo las estructuras alpinas del Bierzo, alto Sil, Ancares y Caurel, 2) recorriendo los meandros, placeres fluviales y terrazas antiguas de los ríos bercianos: una aproximación al bateo de oro y otros minerales pesados (Fig. 7), 3) itinerarios por nuestros potenciales parques geológicos: Las Médulas, La Balouta, el Paleozoico de Yeres-Salas de la Ribera y las Peñas de Ferradillo y 4) rutas por los plutones visibles de Montearenas, Peña del Seo, Campo del Agua y por los ocultos de Lumeras, Fresnedelo y Pardamaza.

He aquí un enfoque práctico y poliédrico del Bierzo que permite conocer nuestro territorio desde otras perspectivas, las relacionadas con las Ciencias de Tierra y nuestros valores culturales. Se trata de “leer la naturaleza”, lo que esta nos transmite, utilizando un lenguaje geológico.

El Bierzo es un territorio singular, un microcosmos lleno de peculiaridades para disfrutarlo desde muchos puntos de vista. Estos *senderos geonaturales* pretenden acercar al interesado a la realidad íntima de nuestro territorio, como si se mirara a través de un caleidoscopio, en el que se cambia, para cada itinerario, la óptica del cristal con que se observa.

Actividades para dar a conocer el Patrimonio Geológico en el Parque Nacional de Guadarrama

Las actividades que realizamos desde Turismo Geológico están enfocadas a alumnos de Secundaria y Bachillerato y tratan de acercar al alumnado

al entorno natural, de manera que aprendan a conocer y valorar la naturaleza que les rodea y fijen los contenidos teóricos recibidos en clase por una salida de campo. La finalidad es fomentar la creatividad y autonomía del alumnado, así como afianzar el uso de recursos didácticos innovadores y mejorar la conexión entre Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS).

Parte de la enseñanza de las Ciencias de la Tierra debe basarse en salidas de campo, las cuales son consideradas como la actividad idónea para realizar el proceso de enseñanza – aprendizaje (Bach y Vila-seca, 1993). Mediante la salida de campo, el alumnado descubre otra forma de observar el paisaje y el entorno que les rodea, mejorando su aprendizaje, ya que además son “eventos” motivadores para el alumno (López Marín, 2007) al realizarse fuera del recinto escolar. El alumno descubre nuevas sensaciones, olores, sonidos, etc. que quedan como recuerdos y ayudan a fijar aún más las explicaciones impartidas por el docente en clase.

La experiencia que se presenta aquí se centra en el alumnado de 3º de ESO, donde el temario relativo a las Ciencias de la Tierra se basa principalmente en los tipos de modelados del relieve, los agentes geológicos externos, identificación de minerales y rocas, recursos renovables y no renovables y los distintos tipos de impactos ambientales.

La actividad se centra en una salida de campo al Valle de la Barranca, pero esta requiere una orientación concreta de la docencia y una serie de trabajos previos. En primer lugar, a lo largo del temario, se presenta una WebQuest donde el alumnado es el protagonista en la búsqueda de información que complementa los contenidos teóricos de clase. Se les brinda la oportunidad de descubrir portales de internet de alto valor didáctico en los que explorar la zona de la salida de campo desde varios puntos de vista. A través de Google Maps, Google Earth e IBERPIX (Instituto Geográfico Nacional), pueden observar la zona en relieve, en 3D, visión satélite, ver fotos e incluso vídeos compartidos por otros usuarios de manera gratuita en internet. A su vez, se trabajan las prácticas de visu en laboratorio tanto de reconocimiento de minerales como de rocas, finalizando todas las actividades en la salida de campo. Para el desarrollo de la actividad de campo se presentan dos guías, una para el docente y otra para el alumnado. Las guías están publicadas en formato autoedición en el portal Bubok (Hernández Paredes, 2014).

Descripción del entorno

El Valle de la Barranca está situado en el Municipio de Navacerrada, en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, perteneciente a la Sierra de Guadarrama. Esta sierra forma parte del Sistema Central, que separa la Península Ibérica en sus partes Norte y Sur, y es también la separación entre dos de los ríos más importantes de España: el Duero y el Tago. Además, Guadarrama es uno de los sistemas orográficos más antiguos de la Península Ibérica y una parte importante de su vertiente sureste fue declarada Parque Nacional en 2013.

El sustrato geológico del Valle de la Barranca está formado prácticamente en su totalidad por rocas metamórficas (gneis) y rocas ígneas (granito),



Fig. 8. Identificación de minerales y rocas en campo. Además del reconocimiento de la roca (granito), el alumnado, ayudado por una lupa, puede identificar el mineral cuarzo, que crece dentro de una veta.

siendo las primeras las de mayor antigüedad (unos 500 Ma) que los granitos cuyo origen está ligado a la Orogénesis Varisca, hace unos 300 Ma. (Fig.8).

En la red hidrográfica de este territorio destacan el río Navacerrada (afluente del río Manzanares) y los arroyos del Chiquillo y el del Regajo del pez. Son arroyos típicos de montaña, de zonas con elevada pendientes, lo que da lugar a aguas rápidas, que siguen las fracturas en los granitos. Sus aguas, que prácticamente no tienen sedimentos debido a que se trata del curso alto del río, han sido utilizadas desde tiempos inmemorables en la cura de enfermos.

El paisaje está condicionado por el tipo de erosión predominante y el tipo de material sobre el cual se produce (Fig. 9).

En este paisaje podemos leer la huella de los modelados periglacial y fluvial. La acción erosiva periglacial puede observarse en prácticamente todas las cumbres y laderas de la ruta, dando lugar a aristas rocosas, pedreras y fenómenos de deslizamiento de ladera. El modelado fluvial, muy activo, es debido a las pendientes de las laderas y lo podremos observar a lo largo de la ruta.

En el planteamiento presentado resaltan dos puntos fuertes: por un lado, partiendo de la base geológica, la comprensión de otros aspectos como la flora, fauna, cultura e historia del territorio resulta más sencilla e integradora. Además, con este tipo de actividades, los alumnos, una vez que han trabajado el temario en clase siguiendo un estudio tradicional e innovador a través de los recursos didácticos basados en las tecnologías del aprendizaje y del conocimiento (TAC), desarrollan un interés hacia la ciencia, participando activamente en la salida de campo.

El marco de enseñanza en Secundaria ofrecido por el Parque Geológico de Aliaga

La sociedad actual se enfrenta, cada vez más, a problemas socio-científicos que pueden poner en riesgo la calidad de vida del ser humano y del medio ambiente, sobre los que se tienen que tomar decisiones (Rebeló *et al.*, 2011). Por ello es fundamental la interpretación de los recursos naturales y del territorio que ofrecen las disciplinas científicas,



y en concreto las salidas de campo realizadas en el contexto de las Ciencias de la Tierra. Sin embargo, la disminución actual que se está dando de estas en Enseñanza Secundaria conllevará unas consecuencias prácticas hacia los problemas ambientales que desembocarán en soluciones parciales, limitadas y, consecuentemente, inoperantes (Aledo-Tur y Domínguez-García, 2001).

A esta disminución en la práctica de las Ciencias de la Tierra se le une el hecho de que, o bien el profesorado no está preparado para llevar a cabo este tipo de actividades, o bien el alumnado puede verse confuso cuando se mueve de una localidad a otra –al no tener una apreciación geográfica y geológica del área (Falk *et al.*, 1978)- e igualmente en ocasiones se ve sobrepasado cuando se explican determinados contenidos geológicos.

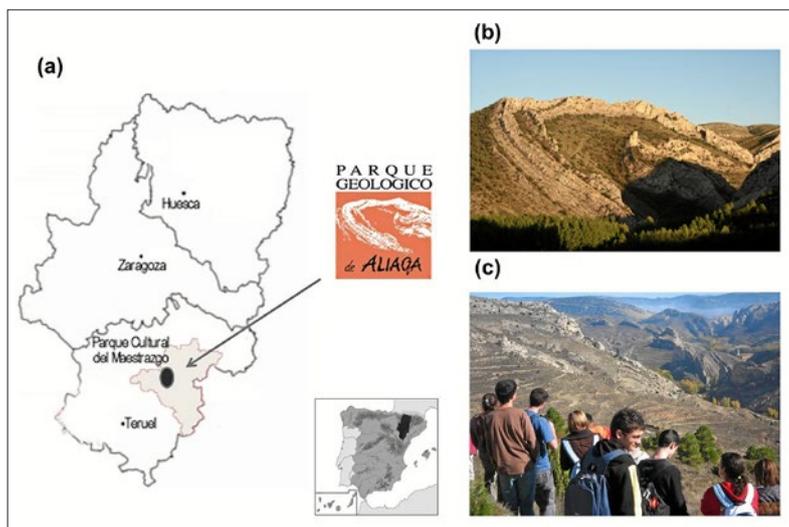
Frente a estos condicionantes el Parque Geológico de Aliaga (Teruel) -www.parquegeologicoaliaga.com-, lleva realizando desde hace una década actividades de geodidáctica orientadas a alumnos de Secundaria, poniéndose énfasis en un enfoque pragmático orientado a la toma de decisiones en la gestión del territorio.

Una experiencia geodidáctica basada en competencias

El Parque Geológico de Aliaga se encuentra dentro del territorio del Geoparque del Maestrazgo (Fig. 10), si bien, funciona de manera independiente. Se constituyó en la década de los 90, siendo pionero

Fig. 9. Interpretación del paisaje desde el Mirador de las Canchas. Se puede observar la formación de pedreras, los cambios de vegetación con la altitud, los picos de la Maliciosa y Alto de las Guarramillas (Bola del Mundo), así como el impacto visual de las pistas de esquí.

Fig. 10. Zona de aplicación: Parque Geológico de Aliaga. a. Ubicación. b. Pliegue de "la Olla". c. Panorámicas desde el Mirador de Camarillas durante una visita con alumnos.



en España. El registro estratigráfico sin interrupción de los últimos 200 millones de años de la Tierra y la importante geodiversidad que se puede apreciar a través de numerosas estructuras tectónicas y afloramientos rocosos y fosilíferos, ofrecen un marco privilegiado para la impartición de Geología. Por otro lado, el rico patrimonio socio-cultural de la localidad -asociado a la agricultura y minería- hace posible su integración en el objetivo de unir la gestión del territorio a los conceptos geológicos.

Tanto la gerencia como las actividades de difusión y geodidáctica del Parque Geológico se llevan desarrollando desde hace más de una década por la empresa Jumidosiv, que se ha especializado en la interpretación de la Geología del Parque adaptada a distintos tipos de públicos y requerimientos o motivaciones. Los alumnos de Secundaria constituyen uno de sus objetivos, y hacia ellos va dirigida un tipo de programación de contenidos teórico-prácticos.

Mediante las salidas de campo organizadas desde la gerencia del Parque Geológico de Aliaga se pretende abordar un aprendizaje a través del sistema de educación basado en competencias, en el que los contenidos se imparten mediante actividades en cada una de las paradas realizadas en el entorno (Fig. 11).

Debido al hecho de que la mayor parte del alumnado llega desprovisto de toda clase de información relativa a la gestión del territorio, y dado que para el desarrollo de competencias el alumno ha de anticipar sus roles profesionales e identificarse con ellos (Rauner, 2007), durante cada una de las paradas se unen a los contenidos geológicos diversos problemas de gestión territorial. De esta forma, pueden comprobar de primera mano las repercusiones para el medio ambiente y la sociedad de diversos planeamientos territoriales. En este tipo de enseñanza aplicada, en la que se ha comprobado un alto grado de

implicación por parte del alumnado de Secundaria, es necesaria además la introducción de conceptos biológicos y ecológicos relacionados con la esfera abiótica presente en el área de trabajo. Así mismo, se hace un ejercicio de extrapolar los casos de estudio a de las zonas de procedencia de los estudiantes. De esta manera realizan una operación mental con las informaciones obtenidas, lo que contribuirá en último término a que se desarrollen los conocimientos expuestos (Brusi *et al.*, 2011).

En conclusión, los conocimientos funcionales ofrecidos en el Parque Geológico de Aliaga, basados en actividades que fomentan la comprensión y adquisición de competencias, contribuyen a la educación científica de los alumnos ayudándoles, al mismo tiempo, a enfocar su futuro formativo superior y/o profesional. En la sociedad tecnológica actual, este tipo de actividades geodidácticas pretenden contribuir a una ciudadanía más intervencionista y crítica.

Las geoyincanas como estrategia para acercar el Patrimonio Geológico a los estudiantes de Enseñanza Secundaria

Existe unanimidad entre la comunidad docente y los expertos en patrimonio geológico en señalar que las actividades de campo son el mejor recurso educativo y divulgativo del que dispone la Geología (ver p.ej. el monográfico “Actividades de Campo”, publicado por Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, número 19.1). Sin embargo, evidenciamos que las actividades de campo con contenido geológico son cada vez más escasas en enseñanza secundaria. Por este motivo, desde el año 2012 el Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante organiza la actividad *Geoyincana Alicante* dirigida específicamente a estudiantes de 4º de ESO y 1º de Bachillerato.



Fig. 11. Ejemplo de la estructura de las paradas. Tomado de Brusi *et al.* (2011) y adaptado al caso concreto del Parque Geológico de Aliaga (PGA).

1 Playa de San Juan Tiempo geológico 2

A finales de los años ochenta, la Playa de San Juan-Muchavista estuvo a punto de desaparecer debido a la fuerte erosión que sufría. Por esta razón, la playa fue regenerada artificialmente en 1991-1992 con arena extraída de una zona marina próxima a Benidorm. Esto supuso un aumento de la superficie de la playa pero también un cambio en sus características sedimentarias.

La playa original estaba dividida en dos zonas: una de arena y otra de grava. Sin embargo estas diferencias no se respetaron, creando una playa uniforme. La arena que se aportó es más oscura y más fina que la original, y posee un gran número de conchas de organismos marinos someros.



En el Cabo de las Huertas hay estratos de rocas que fueron sedimentos marinos entre hace **10 y 8 millones de años**, aproximadamente. A primera vista nos puede parecer que estas rocas son muy antiguas, y si lo comparamos con la historia de la humanidad es una cifra enorme. Sin embargo, en la historia de la Tierra es una cifra exigua. Nuestro planeta tiene una antigüedad de aproximadamente **4.550 millones de años**, por lo que las rocas del Cabo de las Huertas representan menos del 0,2% de ese tiempo.

Si comparáramos la historia de la Tierra con un año natural, de forma que la formación del planeta ocurriese el día uno de enero, nuestras rocas del Cabo se formarían a las **9 de la mañana del día 31 de diciembre**. Casi al final de la historia. La época geológica en la que se formaron estas rocas recibe el nombre de **Mioceno**. En concreto, se formaron al final del Mioceno, en la edad Tortonense.

Hay además otras rocas más recientes, que se verán en la parada 7. Son rocas formadas hace unos 100.000 años, en el llamado Tirreniense, cuando el clima de nuestras latitudes era un poco más cálido y el nivel del mar estaba un poco más alto. En términos geológicos estamos hablando de ayer, sin embargo entre ese momento y ahora hay una glaciación de por medio y la aparición de un nuevo espectador, la especie humana. Pero esa es otra historia...



El Tiempo geológico
Imagina la Historia de la Tierra como una carrera de relevos de 450 m de longitud (1 m equivale a 10 millones de años), en la que hay que recorrer las siguientes etapas: (1) Eones Hádico-Arcaico, (2) Eón Proterozoico, (3) Era Paleozoica, (4) Era Mesozoica, y (5) Era Cenozoica.

Formad un equipo de cinco personas y distribuidos en las cinco etapas pensando bien cuánta distancia tiene que recorrer cada relevista. Tenéis que indicar a los monitores de la parada el orden de los corredores. Y ahora ... ¡a correr!

Actividad

Observa con lupa los granos de arena de la actual playa de San Juan:
¿Puedes distinguir distintos componentes en estos granos?
Ayudándote de la tarjeta de granulometrías, ¿Qué tamaño tienen?
¿Algunos de estos granos pueden ser organismos?

Compara tu muestra de arena con la de la antigua playa de San Juan y analiza sus diferencias:

	Arena actual	Arena "original"
Tamaño de grano		
Selección*		
Organismos		

*¿son todos los granos del mismo tamaño o son de tamaño muy diverso?

Fig. 12. Para la actividad se elaboró un folleto con la descripción completa del itinerario y la explicación de las actividades en cada una de las paradas. Este folleto se reparte a cada uno de los participantes al principio de la actividad. Se puede descargar en: <http://dctma.ua.es/es/pagina-principal/geoyincana/geoyincana-pagina-principal.html>

Una prueba de la necesidad de este tipo de actividades es que en las tres ediciones celebradas hasta ahora (2012 a 2014), cada año se ha superado el millar de inscritos y la treintena de centros de Enseñanza Secundaria participantes.

La Geoyincana consiste en un itinerario guiado peatonal de 3 km por el sur de la playa de San Juan y el Cabo de la Huerta (Alicante). La actividad se desarrolla a lo largo de media jornada, con una duración aproximada de 3 horas. En este itinerario se han diseñado diez paradas en las que se abordan desde aspectos generales de las Ciencias de la Tierra, como el tiempo geológico, la estratificación o el principio de superposición, hasta aspectos más específicos relacionados con la Geología del entorno; fauna fósil, geomorfología, estructuras tectónicas y la historia geológica local. Se utilizan diferentes estrategias educativas que incluyen pequeños talleres prácticos, juegos cooperativos y explicaciones directas. El diseño de actividades y la adaptación de contenidos corren a cargo de los miembros del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante junto a la participación voluntaria de parte del alumnado del Grado en Geología (Fig. 12). El número total de monitores es de unos 40 aproximadamente.

Debido al elevado número de inscritos se establece un horario concreto de inicio para cada centro participante, de manera que en turnos de 15 minutos comienzan el recorrido dos grupos de 25 estudiantes aproximadamente. En las paradas explicativas se ofrece, por parte del personal docente de la universidad, una breve charla en tono divulgativo a cada grupo de 25 estudiantes, mientras que en los talleres y juegos cooperativos los dos grupos se dividen en equipos de 5 estudiantes, que son guiados en la actividad por alumnos del Grado en Geología.

Aunque los afloramientos no son de gran espectacularidad ni tienen por sí solos un valor patrimonial excepcional, el itinerario en su conjunto ofrece un alto valor didáctico, una elevada geodiversidad, una dificultad muy baja, buena accesibilidad por transporte público desde los centros de Secundaria de la ciudad de Alicante y de núcleos urbanos vecinos, y discurre por un entorno litoral de gran belleza paisajística (Fig. 13).



Figura 13. A) Aspecto de parte del recorrido en las proximidades del Cabo de la Huerta, con varios grupos de estudiantes en distintas paradas del itinerario. B) En la "Carrera de relevos del Tiempo Geológico" se recorren todas las eras desde el origen de la Tierra, pasándose el testigo en distancias proporcionales a la duración de cada era. C) La actividad "Principio de superposición" es un juego colaborativo donde cada participante toma el papel de un periodo geológico para después aplicar los principios de superposición y horizontalidad de los estratos, permitiendo tratar transversalmente conceptos como la compactación, la fosilización y la correlación estratigráfica.

Además de los diferentes aspectos geológicos observados en el itinerario, se aprovechan tres de las paradas para tratar varios aspectos relacionados con el patrimonio geológico:

1. *Playa de San Juan*: sobre esta playa se realizó un proyecto de regeneración artificial. Por medio de un sencillo análisis sedimentológico se muestra a los participantes las diferencias entre el sedimento original de la playa y el de regeneración, valorando así el impacto sobre el paisaje litoral.

2. *Playa fósil tirreniense*: a lo largo del recorrido se pueden observar afloramientos de edad Tirreniense (100.000 años aproximadamente) de playas fósiles de pequeño tamaño, muy frágiles. Aunque no presentan gran extensión o espectacularidad, son una importante fuente de información sobre el pasado geológico.

3. *Parada paleontológica*: por medio de un juego con tarjetas sobre un afloramiento, se enseña a reconocer fósiles sin necesidad de extraerlos, destacando la pérdida de información que implica coger fósiles *in situ* y la importancia de proteger y respetar nuestro patrimonio paleontológico.

En cuanto a los resultados obtenidos, por medio de las diversas tareas realizadas en la actividad *Geoyincana Alicante* se consigue cumplir varios objetivos:

- Acercar la geología de campo a los estudiantes de 4º de ESO y 1º de Bachillerato, mostrando a los participantes cuál es el método de trabajo del geólogo de campo e invitando a la reflexión sobre los aspectos más básicos de la Geología, como el concepto de tiempo geológico o el principio de superposición de los estratos.
- Poner en valor los elementos geológicos de esta parte de la costa alicantina destacando la importancia de conservar los afloramientos geológicos como ventanas de información que nos ayudan a reconstruir la historia de la Tierra.
- Estimular a los docentes sobre las actividades geológicas de campo, facilitando materiales didácticos y recursos complementarios.

El patrimonio geológico de la Costa del Sol (Málaga): una experiencia didáctica multidisciplinar para la enseñanza de la Geología

El concepto de patrimonio geológico (ver artículo 1, de Carcavilla, en este número monográfico) alude a una parte del patrimonio natural formado por lugares de especial relevancia, llamados Lugares de Interés Geológico (LIG), donde aparecen elementos geológicos de valor científico, cultural y/o educativo tales como estructuras geológicas, formas de relieve, minerales, rocas, fósiles o suelos que permiten conocer, estudiar e interpretar el origen y evolución de nuestro planeta. A través de este concepto se deducen múltiples posibilidades de aplicación didáctica de carácter multidisciplinar, al poder enlazar este patrimonio geológico con distintos aspectos sociales y culturales (turismo, desarrollo local, actividades de naturaleza, etc.). En este sentido, se describe una experiencia didáctica llevada a cabo durante el curso 2011-2012 con un grupo de alumnos de 1º de ESO del IES Los Boliches (Fuengirola, Málaga), sobre patrimonio geológico en la Costa del Sol y la detección de LIG con interés científico, cultural o

turístico. Este proyecto se llevó a cabo en el marco de la asignatura Ciencias Naturales durante el periodo octubre-abril, dedicándose al efecto 9 horas lectivas y periodos extraescolares, y fue presentado con gran éxito en el V Encuentro de Experiencias de Investigación en el Aula celebrado en Marbella en abril de 2012, organizado por el centro de profesores (CEP) Marbella-Coín.

El desarrollo de este proyecto contó con una secuencia didáctica simple basada en la consecución progresiva de una serie de objetivos, cuya documentación se llevó a cabo mediante recursos multimedia del aula:

1. Definición y comprensión de los conceptos de patrimonio geológico y lugares de interés geológico, y su importancia científica, social y cultural
2. Lugares de interés geológico definidos previamente en la Costa del Sol, en el tramo Málaga-Estepona (www.igme.es; www.cma.junta-andalucia.es)
3. Detección mediante recursos informáticos (Webs, programa Google Earth, etc.) de otros posibles lugares de interés geológico en la zona.
4. Obtención de conclusiones y elaboración de una presentación multimedia (http://iesboliches.org/03_comunidad_educativa/02_departamentos/biologia/colaboraciones/Patrimonio_geol%C3%B3gico_Costa_del_Sol.pdf), junto a un breve informe escrito.

Las conclusiones del estudio fueron estas:

- La Costa del Sol occidental presenta una elevada riqueza geológica en cuanto a variedad de paisajes, estructuras geológicas, rocas, minerales y fósiles (Fig.14).
- En la zona se habían definido previamente 8 LIG: Dunas costeras de Cabopino (Marbella), Sedimentos pliocenos de Bizcorniles (Marbella), Karst de la Sierra de Utrera (Casares), Afloramientos de calizas con *Microcodium* (Casares), Isla costera de Piedras Palomas (Casares), Acantilado de Punta Chullera (Manilva), Dunas costeras de El Saladillo (Estepona) y Peridotitas de Sierra Bermeja (Estepona). Mediante el análisis de la información obtenida se han propuesto, además, otros 5 LIG nuevos: Delta del río Guadalhorce (Málaga), Pliegue tectónico gigante de la Sierra de Benalmádena, Estuario del río Fuengirola, Antiguas minas de hierro, cobre, níquel y grafito de Marbella y Yacimientos de fósiles marinos pliocenos de Estepona.
- El conjunto de estos 13 LIG supone una importante e interesante fuente potencial de actividades sociales, turísticas, culturales y científico-educativas que podrían ser puestas en valor mediante estas actuaciones: creación de rutas turísticas guiadas e itinerarios geológicos didácticos y culturales, colocación de paneles y señales informativas, promoción turística de la riqueza geológica de la Costa del Sol y creación de páginas web que difundan este patrimonio geológico. Su desarrollo podría, además, suponer una fuente de riqueza económica en la zona y la creación de puestos de trabajo.

La valoración didáctica de este proyecto resulta muy positiva, pues introduce al alumnado, ya des-

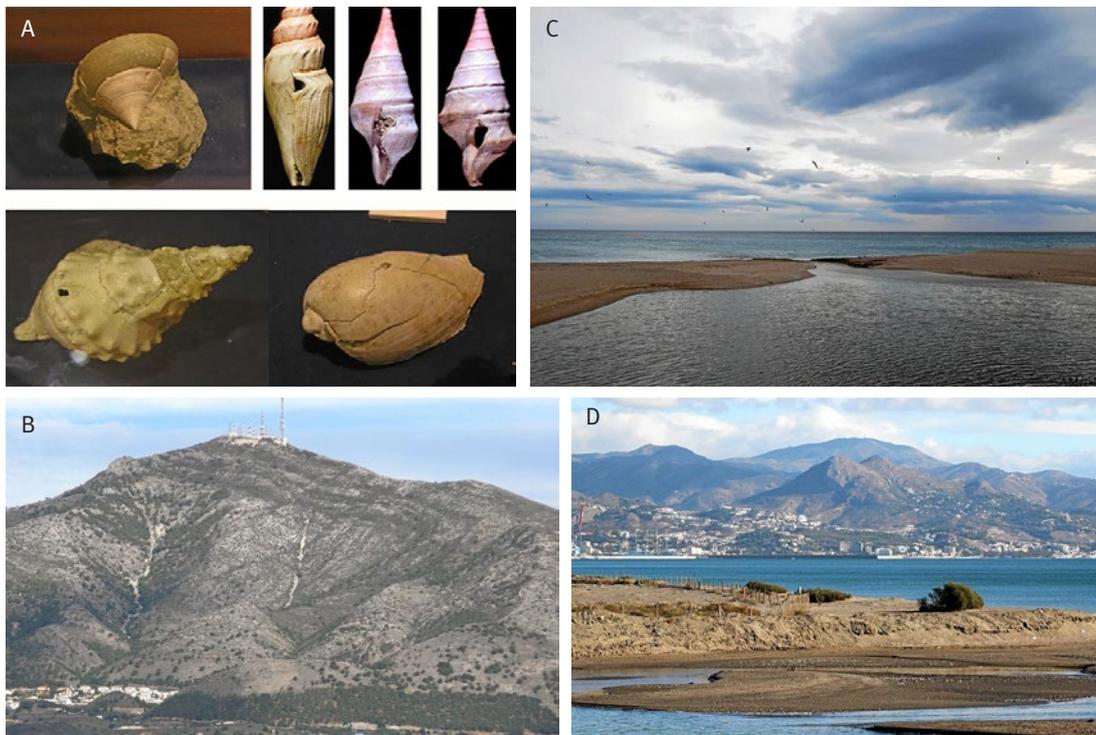


Fig. 14 Lugares de interés geológico definidos en la Costa del Sol occidental. A) Fósiles Pliocenos de Estepona (<http://www.infoestepona.com/museos/paleontologico.shtml>). B) Minas metálicas de Marbella (www.iluana.com). C) Estuario del río Fuengirola. D) Delta del Río Guadalhorce (http://www.iberia-natur.com/es/reise/20091106_guadalhorce.html).

de los cursos inferiores de la Educación Secundaria, en los conceptos elementales de la Geología y en valorar la importancia del patrimonio geológico como parte esencial de su entorno más cercano. Por otra parte, el carácter multidisciplinar del estudio (uso de tecnologías de comunicación, conexiones entre elementos naturales y sociales, etc.) resulta otro de los valores de mayor interés. La secuencia didáctica para llevar a cabo esta actividad en el aula aparece sintetizada anteriormente, aunque pueden ser destacados en este sentido los siguientes aspectos: trabajo en clase de los conceptos de patrimonio geológico y LIG, reconocimiento mediante imágenes proyectadas en clase de LIG cercanos ya definidos (en este caso, situados en la Costa del Sol malagueña) y análisis general de sus componentes bióticos y abióticos, detección de otros LIG no definidos mediante recursos multimedia (Google-Earth, Webs seleccionadas, etc.) y otras fuentes (entrevistas a expertos, organismos oficiales, etc.), elaboración de un pequeño informe escrito y una presentación.

CONCLUSIONES

En este artículo se muestran varios ejemplos del patrimonio geológico como recurso didáctico extraordinario para acercar al alumnado de diferentes niveles al conocimiento de las Ciencias de la Tierra. Los LIG son en general localidades modélicas o espectaculares en las que pueden reconocerse con facilidad los distintos procesos que acontecen en nuestro planeta, por lo que las actividades en torno a ellas resultan motivadoras para el alumnado. Paralelamente, varias experiencias incluidas en esta recopilación muestran cómo no se precisa de una zona de reconocido prestigio geológico para diseñar salidas de campo, sino que la clave se en-

cuentra en aprovechar los recursos existentes en el propio entorno del centro escolar.

Por otro lado, estos trabajos reivindican la salida de campo como herramienta fundamental para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra, pues durante la misma se experimentan de forma práctica los contenidos impartidos en el aula. Pero además, en las salidas de campo se viven emociones y sensaciones que quedan impresas en las personas. Si a esto se suma el ambiente más distendido y menos centrado en el docente, el resultado es que la implicación y disfrute por parte del alumnado es mayor. Todo ello invita a la curiosidad, la creatividad, al crecimiento personal y al establecimiento de un vínculo positivo y agradable con la naturaleza. Esta conexión con el entorno supone un enriquecimiento para el alumnado que en muchos casos se traducirá en un respeto, cuidado y disfrute de la naturaleza por parte de la sociedad.

El patrimonio geológico debe ser uno de los pilares de estos planteamientos, pues sólo partiendo del conocimiento del planeta y evitando la enseñanza biocéntrica se consigue la visión completa, holística e integradora de nuestro entorno y nuestra existencia.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Carlos de Santisteban Bové, coordinador de este monográfico, que contactó con varios de los autores que colaboran en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Aledo-Tur, A. y Domínguez-Gómez, J. A. (2001). *Sociología ambiental*. Grupo Editorial Universitario. 427p.

- Almécija, C., Villaceros-Robineau, N., Alejo, I. y Pérez-Arlucea, M. (2009). Morphodynamic conceptual model of an exposed beach: the case of Louro Beach (Galicia, NW, Iberia). *Journal of Coastal Research*, 56, 1711-1715.
- Bach, J. y Vilaseca, A. (1993). ¿Podemos evaluar el trabajo de campo? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1.3, 158-167.
- Brusi, D., Zamorano, M., Casellas, R.M. y Bach, J. (2011). Reflexiones sobre el diseño de competencias en el trabajo de campo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.1, 4-14.
- Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras (2011). Decreto 20/2011, de 10 de febrero, por el que se aprueba definitivamente el Plan de Ordenación del Litoral de Galicia. Memoria. Xunta de Galicia. Consultado en: <http://www.xunta.es/litoral/>
- Falk, J.H., Martin, W.W. y Balling, J.D. (1978). The novel field trip phenomenon: adjustment to novel settings interferes with task learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15, 127-134.
- González-Villanueva, R. (2012). Sedimentary architecture and evolution of a Holocene barrier lagoon complex. *Quaternary International*, 279-280, 173.
- González-Villanueva, R. (2013). *Origin, evolution and processes controlling Holocene barrier-lagoon systems (NW Spain)*. Tesis Doctoral, inédita. 200 p.
- Gray, M., Gordon, J.E. y Brown, E.J. (2013). Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. *Proceedings of the Geologists' Association*, 124, 659-673.
- Hernández Paredes, R. (2014). *Preparación y realización de una salida de campo para alumnos de secundaria/Bachillerato en el Valle de la Barranca, Navacerrada (Madrid)*. Ed. Bubok. (<http://bit.ly/1lzp3Gt>).
- López Marín, J.A. (2007). Las salidas de campo: mucho más que una excursión. *Educación en el 2000*, 11, 100-103.
- Méndez, G., Pérez-Arlucea, M., Stouthammer, E. y Berendsen, H. (2003). The TESS-1 suction corer: a new device to extract wet, uncompacted sediments. *Journal of Sedimentary Research*, 73, 1078-1081.
- Pérez-Arlucea, M., Almécija, C., González-Villanueva, R. y Alejo, I. (2011). Water dynamics in a barrier-lagoon system: controlling factors. *Journal of Coastal Research*, 64, 15-19.
- Rauner, F. (2007). El conocimiento práctico y la competencia de acción en la profesión. *Revista Europea de Formación Profesional*, 40, 58-73.
- Rebeló, D., Marques, L. y Costa, N. (2011). Actividades en ambientes exteriores al aula en Educación en Ciencias: contribuciones para su operatividad. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.1, 15-25. ■

Este artículo fue solicitado desde ECT el día 7 de octubre de 2013, y aceptado definitivamente para su publicación el 21 de marzo de 2014.