

# Aprovechamiento didáctico del entorno natural y urbano para la enseñanza en geología: el área de Monforte de Lemos (Lugo)

## Didactic resources of the natural and urban environment in Geology teaching: Area of Monforte de Lemos (Lugo)

Laura Cabo-Domínguez\*  
Patricia Sanmartín\*\*  
María Teresa Barral\*\*\*

Recibido: 10-05-2019  
Aceptado: 11-06-2019

### Resumen

Se propone una estrategia de aprendizaje con un eje central: la visita virtual empleando Tecnologías Geospaciales (TGs), a través de puntos de importancia geológica del área de Monforte de Lemos (Lugo). Durante la visita se trabajan aspectos relacionados con (i) la tectónica y plegamientos, (ii) los recursos geológicos y mineros, (iii) la historia de los monumentos identitarios de la zona, y (iv) el paisaje, a través de fichas duales, con una parte A orientada al alumno y una parte B orientada al profesor. En las fichas del alumno se presentan descripciones de las paradas y actividades a realizar, mientras que en las fichas del profesor se ofrece información acerca de las competencias a evaluar, así como otras lecturas y recomendaciones para ampliar el alcance de la actividad. Los objetivos que se persiguen son el entrenamiento en el manejo de entornos virtuales de aprendizaje y la promoción de un aprendizaje situado. La estrategia permite el empleo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), al tiempo que ayuda al alumno a conectar su realidad cotidiana con los contenidos curriculares.

### Palabras clave:

Aprendizaje situado, Ciencias de la Tierra, visita virtual, geografía física y paisaje, geología urbana.

### Abstract

*A learning strategy is proposed centered around a central axis: the virtual tour through points of geological importance of the Monforte de Lemos (Lugo) area, which uses Geospatial Technologies (GTs). Throughout the tour, aspects related to (i) plate tectonics and folding bedding planes, (ii) geological and mining resources, (iii) history of landmark monuments in the area, and (iv) the landscape, are worked on through dual worksheets--with Part A oriented towards the student, and a Part B oriented towards the teacher. The student's worksheet shows the description of the locations and didactic activities to be carried out with the work material contained in the sheet. Information on what to evaluate, as well as further readings and recommendations to expand upon the activity, appear in the teacher's sheet. The objectives pursued are training in the management of Virtual Learning Environments and the promotion of situated learning. The strategy allows the use of Information and Communication Technologies (ICT) while helping students to connect their daily reality with the academic curriculum.*

### Keywords:

*Earth Sciences, physical geography and landscape, situated learning, urban geology, virtual tour.*

\* Universidade de Santiago de Compostela  
lauracabodominguez@gmail.com

\*\* Universidade de Santiago de Compostela  
patricia.sanmartin@usc.es (autor de contacto)

\*\*\* Universidade de Santiago de Compostela  
mteresa.barral@usc.es

## 1. Introducción

Las dificultades asociadas a la enseñanza y aprendizaje de la Geología han sido abordadas en numerosas publicaciones. Pedrinaci (1993), Carrillo (1996) y García Cruz (1998) coinciden en proponer las siguientes razones que obstaculizan el aprendizaje de esta ciencia:

- La lentitud, considerada desde la escala temporal humana, con que ocurren la mayor parte de procesos geológicos y la dificultad de representar mentalmente cifras de enorme magnitud como son las del tiempo geológico. Las personas estamos acostumbradas a trabajar con tiempos que se miden en horas, días, semanas y años, mientras que en Geología se trabaja con enormes períodos temporales, de cientos de millones de años.
- La variabilidad de las escalas espaciales implicadas en muchos de los procesos geológicos. La comprensión de la dinámica de la Tierra exige el manejo de grandes escalas espaciales, con una perspectiva global, pero también requiere del uso simultáneo de escalas menores para la interpretación de algunos de los procesos implicados en dicha dinámica terrestre.
- La profundidad e inaccesibilidad a la que dichos procesos ocurren con frecuencia, ya que, de los 6.371 kilómetros del radio terrestre, sólo se han perforado alrededor de los 13 kilómetros iniciales.
- La imposibilidad y/o dificultad de reproducirlos en laboratorio, debido a la naturaleza y el elevado número de variables que intervienen en los procesos geológicos.
- La singularidad de los acontecimientos geológicos, que no son nunca exactamente iguales. La formación, por ejemplo, de un plegamiento es única en el espacio e irrepetible en el tiempo.
- La dificultad que representa para el alumnado la conexión entre diversos aspectos de la Geología y sus efectos en el funcionamiento global del planeta. Los terremotos, por ejemplo, no son independientes de la orogénesis, del magmatismo o de los desplazamientos corticales.
- La escasa presencia de la Geología en los currículos educativos preuniversitarios. En Educación Secundaria Obligatoria (ESO), por ejemplo, se imparte dentro de la asignatura de Biología y Geología, donde la rama de Biología acostumbra a tener más peso (Pascual Trillo, 2017).

A esta situación se suma una limitada evolución de la didáctica de la Geología. La investigación didáctica llevada a cabo en esta área científica es reducida a nivel internacional si se compara con el desarrollo adquirido, por ejemplo, por las matemáticas o las ciencias físico-químicas,

y, como consecuencia, los materiales curriculares son escasos, poco diversificados y están anclados en una visión clásica de la Geología como ciencia.

Por otra parte, diferentes autores, como García de la Torre, Sequeiros y Pedrinaci (1993) defienden que no se puede aprender realmente Geología si no existe una experiencia directa en el campo, y por ello la didáctica de las Ciencias de la Tierra no debe limitarse al aprendizaje en el aula. Morcillo y Bach (2011) señalan que las prácticas de campo desarrolladas en el marco de asignaturas de Ciencias de la Tierra no son en absoluto una actividad complementaria, sino que constituyen una actividad de aprendizaje fundamental, al permitir la interacción entre los conocimientos teóricos y el medio natural.

Asimismo, para favorecer la alfabetización en Ciencias de la Tierra, es conveniente ofrecer actividades variadas, tanto en temática como en procedimientos (Pedrinaci, 2013). Así, por ejemplo, son interesantes las actividades que requieren la búsqueda y tratamiento de la información, el manejo de cartografía, y actividades de campo que consistan en aplicar los conocimientos adquiridos en el aula y que contribuyan a su contextualización en el medio natural (Hoces Prieto, 1998; Pedrinaci, 2013; Fuertes-Gutiérrez *et al.*, 2016).

La situación del sistema educativo actual no favorece la realización de salidas de campo, por distintas razones, entre las que figuran el elevado número de estudiantes por aula, el tiempo requerido para este tipo de actividades, por lo general superior al disponible en el horario escolar, los costes económicos que las salidas ocasionan, y la carencia de guías o materiales didácticos relacionados con estas actividades (Casas *et al.*, 2016).

En el marco de esta situación, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) constituyen un interesante recurso a explotar para la elaboración de prácticas virtuales, que complementen (Moya-Palomares, Centeno y Acaso, 2005) o sustituyan (Lacreu, 2012) las salidas de campo. La accesibilidad a internet de los últimos años ha estimulado (principalmente en la educación universitaria) la utilización de los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), i.e. sistemas de software diseñados para facilitar el aprendizaje virtual, con resultados positivos en profesorado y alumnado (Ardura y Zamora 2014).

Las TIC son el conjunto de herramientas relacionadas con la transmisión, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información. Las Tecnologías Geoespaciales (TGs) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se engloban dentro de las TIC. Las TGs han experimentado un importante desarrollo en los últimos años debido al aumento y abierta disponibilidad de bases de datos espaciales de gran calidad (ESRI, Google Earth, ArcGIS online, entre otras). Desde un punto de vista educativo, las TGs pueden emplearse a distintos niveles:

1. Para acceder a información geográfica de todo tipo, ya sea en un entorno próximo al aula o alejado de esta (González, Calonge y Vehí, 2012)

2. Para realizar salidas de campo virtuales con una metodología que resulta atractiva y familiar para los estudiantes (González, Calonge y Vehí, 2012)
3. Para ilustrar con ejemplos reales la relación entre procesos geológicos y formas del relieve (Jiménez, Pérez y Carrillo, 2014)

La utilización de itinerarios geológicos virtuales ha demostrado ser un interesante recurso docente, destacando en España proyectos como los llevados a cabo por la Universidad de Huelva (<http://www.uhu.es/itigeovir/>) (Pérez-Peña, Jiménez, Azañón y Azor, 2013) y la Universidad de Salamanca (González-Delgado et al., 2014). Con todo, son aun pocos los profesionales que las incorporan en su labor docente (Jiménez, Pérez y Carrillo, 2014).

En este trabajo se plantea una propuesta educativa en torno a la visita virtual, recorriendo puntos de importancia geológica de Monforte de Lemos (Lugo) y sus alrededores. Se trabajarán en el aula (i) la tectónica y plegamientos, (ii) los recursos geológicos y mineros, (iii) la historia de los monumentos identitarios de la zona, y (iv) el paisaje. Los contenidos serán abordados a través de fichas didácticas duales que constan de dos partes: una orientada al alumno, con la descripción de los puntos visitados y actividades relacionadas con ellos, y otra orientada al profesor, con información acerca de las competencias a evaluar con los estándares de aprendizaje, así como otras sugerencias y actividades para complementar y ampliar el alcance de la actividad.

Este trabajo pretende ser un ejemplo de actividad semipresencial, al poder también desarrollarse de forma telemática fuera del aula, que puede ser adoptado y adaptado por docentes de otros niveles educativos y otros lugares, que tengan interés en implementar la metodología descrita.

Además la visita virtual también se podría utilizar como una medida de atención a la diversidad, de interés para alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (ANEAE), como por ejemplo en el caso de alumnos con dificultades o discapacidades motoras.

## 2. Contexto educativo

### 2.1. Geología en Bachillerato

La propuesta presentada en este trabajo pretende favorecer la comprensión de algunos contenidos curriculares relacionados con la clasificación de las rocas y su comportamiento mecánico, los tipos de deformación (plegamientos), los recursos geológicos y mineros, y la

interpretación de mapas topográficos y geológicos, en relación a las siguientes materias de Bachillerato (BAC):

1. Biología y Geología, que es una materia troncal de la opción en el bachillerato de Ciencias en 1º de BAC. Según el Real Decreto 1105/2014, la Geología en este curso toma como hilo conductor la tectónica de placas, a partir de la cual se hace énfasis en la composición, estructura y dinámica del interior terrestre, para continuar con el análisis de los movimientos de las placas y sus consecuencias, finalizando con el estudio de la geología externa.
2. Geología, que es una materia troncal de la opción en el bachillerato de Ciencias en 2º de BAC. Según el Real Decreto 1105/2014, esta materia permite al alumno comprender el funcionamiento de la Tierra y los acontecimientos y procesos geológicos que ocurren para, en muchos casos, poder intervenir en la mejora de las condiciones de vida. Así, se estudian las teorías geológicas, la composición de minerales y rocas, y su reconocimiento y utilidad para la sociedad, los elementos del relieve y su formación, la interpretación de mapas topográficos, la interpretación de mapas y cortes geológicos, los riesgos geológicos y la geología de España. En este curso quiere otorgársele un enfoque fundamentalmente práctico a la materia, incluyendo un bloque sobre el trabajo de campo.
3. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, que es una materia específica de la opción en el bachillerato de Ciencias en 2º de BAC. Esta asignatura, tal y como se indica en el Real Decreto 1105/2014, tiene como eje principal el uso que hacemos los humanos de los recursos del planeta, para conocer la problemática ambiental y los avances científicos que contribuyen a formular soluciones integradoras entre desarrollo y medio ambiente, utilizando y aplicando conocimientos adquiridos de otras ciencias, principalmente Biología, Geología, Física y Química.

## 2.2. Las competencias básicas

El sistema educativo actual, a través de la aplicación de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), trata de poner en práctica el marco de referencia europeo sobre las competencias básicas o clave para el aprendizaje permanente. Se entiende por *competencia* la capacidad para aplicar de manera integrada, en contextos diversos, los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, adquiriendo destrezas para la realización de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos. El aprendizaje por competencias pretende hacer hincapié en la demostración y aplicación de los conocimientos adquiridos, de acuerdo con el

ritmo de cada estudiante y sus habilidades. Se diseña un escenario participativo en el que los estudiantes dejan de ser meros receptores de información para pasar a ser agentes activos, favoreciendo la motivación para el aprendizaje. Se considera que las competencias clave son aquellas que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personal, así como para promover una ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo (Orden ECD/65/2015). Por tanto, es clara la necesidad de seleccionar y diseñar actividades enfocadas a desenvolver al máximo las competencias clave recogidas en la LOMCE. Estas son la competencia en comunicación lingüística (CCL), competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCCT), competencia digital (CD), competencia para aprender a aprender (CAA), competencias sociales y cívicas (CSC), competencia en el sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor (CSIEE), y conciencia y expresiones culturales (CEC).

Las Ciencias de la Tierra contribuyen de forma especialmente importante a la adquisición de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCCT). Esto es así porque posibilitan el aprendizaje de conceptos científicos básicos que le permiten al alumno el análisis de fenómenos naturales, de sus transformaciones y de sus efectos sobre el ambiente, con la finalidad de aplicarlos en diferentes contextos de su vida cotidiana.

La competencia digital (CD) implica el uso creativo y crítico de las TIC, para obtener, analizar, producir e intercambiar información. Las TGs, que constituyen la herramienta fundamental de este trabajo, permiten abordar de forma global estas destrezas, con especial énfasis en un manejo de la información que conduzca a la generación de conocimiento. Por lo tanto, el uso de las TGs que se plantea en esta propuesta representa una contribución al desarrollo de la competencia digital.

Aunque las dos competencias señaladas son las más ampliamente trabajadas con esta propuesta, también se contribuye al desarrollo de las cinco restantes. Se trabaja la competencia en comunicación lingüística (CCL), ya que los alumnos se familiarizan con el lenguaje científico propio de esta materia. También la competencia para aprender a aprender (CAA) que implica despertar inquietudes y motivaciones hacia un aprendizaje permanente y se trabajará potenciando la autonomía del alumnado en el manejo de las distintas herramientas digitales, ganando así confianza en sí mismo y aumentando su motivación por el aprendizaje. En cuanto a las competencias sociales y cívicas (CSC), esta propuesta trata de dotar al alumnado de las habilidades necesarias para comprender la problemática social actual relacionada con la explotación de recursos geológicos y mineros. Por otro lado, se plantean tareas de investigación, que implican la capacidad de planificar y gestionar proyectos, y que pretenden dotar al alumno de un espíritu crítico, con capacidad para opinar y tomar decisiones, contribuyendo a la competencia en el sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor (CSIEE). Por último, se fomenta el apreciar y valorar las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, como los monumentos de la zona, así como poner en valor los elementos geológicos del área como

ventanas de información que nos ayudan a reconstruir la historia de la Tierra, resaltando su valor como fuentes de enriquecimiento y disfrute personal, y como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos, desarrollando con ello la competencia en conciencia y expresiones culturales (CEC).

Para mejorar la adquisición de estas competencias por parte del alumnado, es necesario introducir el contexto real en el aula, tal como defiende la metodología docente del aprendizaje situado, buscando la resolución de problemas a través de la aplicación de situaciones cotidianas. Este aprendizaje parte de la idea central de que el conocimiento es contextual, y está fuertemente influenciado por los elementos del entorno y la cultura en la que se inserta. Según esta visión, la enseñanza se debe centrar en prácticas educativas auténticas, con relevancia cultural y social, y contextualizadas en la vida real (Sagástegui, 2004).

### 3. Metodología

Tomando como eje central la visita virtual, se diseña un recorrido a lo largo de seis puntos de interés geológico, ubicados en el entorno natural y urbano de Monforte de Lemos (Lugo). Estos puntos, escogidos a modo de ejemplo, pertenecen a cuatro grandes temáticas, que corresponden al interés principal del área de estudio: Tectónica, Recursos, Monumentos y Paisaje. Para cada una de estas temáticas se diseña una ficha didáctica, que guía el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se ha escogido Monforte de Lemos y sus alrededores, porque se dio la oportunidad de desarrollar la experiencia expuesta en el trabajo en un centro educativo de secundaria de esta localidad. Además, esta es una zona en la que existe un entorno con diversos lugares de interés geológico que permiten trabajar distintos contenidos del currículo de Geología, por ejemplo:

- La formación de un plegamiento de tipo anticlinal, cortado transversalmente por la erosión producida por el río Cabe, permitiendo que la estructura interna de la formación pueda verse en dos laderas enfrentadas, en ambas márgenes del río.
- La depresión tectónica del valle de Lemos, formada en el Terciario.
- Diversos afloramientos de materiales geológicos, como las pizarras de Luarca, las pizarras y cuarcitas de la formación Capas de los Montes, y el gneis glandular Ollo de sapo.
- El paisaje del cañón del río Sil y su cañón, generado a partir de una fractura tectónica y la posterior erosión fluvial.
- Explotaciones de recursos geológicos y mineros.

La primera etapa del proceso de confección del recorrido virtual consiste en la selección de los contenidos y conceptos de interés a tratar, con el fin de integrar la salida virtual en el programa del curso, teniendo en cuenta el currículo de la etapa educativa en la que se desarrolle la visita, en este caso orientada a Bachillerato. A continuación, debe buscarse un área de estudio que asegure que los contenidos previamente seleccionados puedan ser puestos en práctica (Rebelo, Marques y Costa, 2011). A continuación, se seleccionan las localizaciones en las que se efectuarán las paradas de la visita virtual. Estas localizaciones de interés geológico no tienen por que ser lugares modélicos ni espectaculares; es suficiente con que permitan observar los tipos de rocas y minerales existentes, que presenten rasgos y/o procesos interesantes observables, y/o formas de relieve y posibles conexiones con aspectos históricos, sociales o ambientales, dotando al itinerario en conjunto de un alto valor didáctico.

La secuencia de paradas depende de los objetivos de la salida y de lo que se pretende estudiar. En este caso, en la primera parada se pretende observar un fenómeno geológico resultado de la deformación plástica de las rocas como respuesta a esfuerzos compresivos: un plegamiento de tipo anticlinal. En la segunda y tercera paradas se establece una relación entre la geología de la zona de estudio, y los recursos mineros y geológicos que proporciona, enlazando con una cuarta y quinta paradas en las que se vinculan estos recursos con los materiales de construcción de dos edificaciones monumentales del lugar de estudio. Se ha elegido como sexta y última parada la que ilustra un fenómeno geológico que afecta a una extensión de terreno mayor, y cuya importancia paisajística y patrimonial es de gran relevancia en la zona: el cañón del río Sil. Por tanto, en este caso, se ha decidido realizar un recorrido que comienza a escala local y termina con fenómenos a escala regional, respondiendo así a las orientaciones de Pedrinaci (2003), que sostiene la conveniencia general de ir de los procesos geológicos observables a escala local, a los que requieren una perspectiva regional o planetaria.

Para cada una de las paradas se han desarrollado fichas con dos partes:

- La parte A es la ficha del alumno y en ella se incluye: el número y localización de la parada, el título de la ficha y la temática a la que pertenece, la descripción de los rasgos de interés, ilustrados con fotografías y/o figuras adicionales, y una serie de actividades para realizar en el contexto de esta parada.
- La parte B está orientada al profesor, y en ella se indica: el número y localización de la parada, el título de la ficha y la temática a la que pertenece, su relación con el currículo y los estándares de aprendizaje evaluables, los valores y competencias clave trabajados, y una serie de actividades y cuestiones, a modo de sugerencia, para complementar el trabajo en el aula por parte del profesor.



## 4. Presentación de la propuesta educativa

Para comenzar la visita virtual, en primer lugar, se realiza en el aula, por parte del profesor, una presentación de las localizaciones a visitar durante el recorrido, visualizando toda el área de interés con la herramienta Google Earth (otros ejemplos de actividades didácticas con Google Earth, se encuentran, por ejemplo, en Alfaro, Espinosa, Falces, García-Tortosa y Jiménez-Espinosa (2007) y Gómez-Trigueros (2010)). La ruta de la salida se marca con los puntos que se visitarán, en el siguiente orden (Figura 1):

1. Plegamiento de Pena Gaiteira (42°34'5.15"N 7°27'51.11"O)
2. Cerámica O Castelo (42°31'39.49"N 7°29'35.24"O)
3. Minas de Freixo (42°27'9.61"N 7°30'4.74"O)
4. Castillo de San Vicente (42°31'26.77"N 7°30'39.89"O)
5. Colegio de Nuestra Señora de la Antigua (42°31'6.14"N 7°31'0.76"O)
6. Mirador de Pena do Castelo. Cañones del río Sil (42°24'43.80"N 7°28'0.50"O)

Esta sesión se centra en la descripción de los aspectos previos a la salida de campo, con una presentación explicativa de las diferentes fuentes de documentación de las que se disponen para la elaboración del itinerario de la visita. Las hojas y memorias del MAGNA (Mapa Geológico Nacional) son uno de los recursos más valiosos de información geológica a nivel nacional. Estos mapas de escala 1:50.000 se pueden consultar virtualmente en la página web oficial del Instituto Geológico y Minero de España (<http://www.igme.es>). En primer lugar, se explica cómo manejar la información en esta web, cómo localizar las hojas correspondientes a la zona de interés, y cómo interpretar estos mapas. La zona de estudio corresponde a las hojas 155, 156 y 189. El alumno deberá consultar las hojas del MAGNA correspondientes a la zona que se va a visitar de forma virtual, con el fin de completar sus conocimientos sobre la litología de la zona. Por otro lado, el alumno también deberá manejar la información proporcionada por los mapas topográficos a escala 1:25.000, que están disponibles en la página web del Instituto Geográfico Nacional (<http://www.ign.es>). También se dispone de estos mapas en formato papel, para realizar sobre ellos tareas relacionadas con las escalas, el cálculo de distancias entre dos puntos y la elaboración de perfiles topográficos. Para trabajar la cartografía de forma más local, se proponen además otros dos recursos web: 1) la página de Información Xeográfica de Galicia (<http://mapas.xunta.gal/portada>), que cuenta con una aplicación de visualización de mapas que permite



Figura 1. Vista general de los puntos de interés y la ruta seguida en la visita virtual.  
Fuente: Google Earth.

la consulta y análisis de información geográfica de Galicia, con cartografía relacionada con temas como las vías de comunicación, la ordenación del territorio y el paisaje, y los usos del suelo, entre otros, y 2) el Servidor de Mapas de Propiedades de Suelos de Galicia (<http://rgis.cesga.es/>). Este último SIG proporciona distintas capas de información geográfica: clima, formas del relieve, litología, tipos y usos de los suelos, y límites administrativos. El uso de este SIG tiene como interés adicional que ofrece información sobre la comunidad gallega y está realizado por investigadores de Galicia, lo que transmite a los estudiantes una idea de proximidad de la ciencia y la tecnología, y los sitúa en un contexto más próximo. Después de realizar esta sesión el alumnado deberá estar familiarizado con el uso de diversos recursos de cartografía on-line y la interpretación de la información proporcionada por los mismos, que sentarán la base para las siguientes sesiones, donde se trabajará con las fichas didácticas preparadas (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de la propuesta educativa, con la secuencia de fichas didácticas de los puntos de parada de importancia geológica de la visita virtual y su relación con los contenidos del currículo de Bachillerato.

Parada de la visita virtual	Título y Temática	Relación con el currículo*
Plegamiento de Pena Gaiteira (1ª)	<i>¿Cómo se formó el plegamiento geológico de Pena Gaiteira?</i> TECTÓNICA	BG (B8.5., B8.6., B8.8.), G (B4.6., B4.7., B4.9. B6.4., B9.1., B10.3.)
Cerámica O Castelo (2ª) Minas de Freixo (3ª)	<i>¿Qué recursos nos proporcionan estos materiales?</i> RECURSOS	BG(B7.6.),G (B6.2., B8.3., B8.5.,B9.5., B10.3.),CTMA (B5.11., B5.12.)
Castillo de San Vicente (4ª) Colegio de Nuestra Señora de la Antigua (5ª)	<i>Investigando acerca del origen de los materiales de construcción de los monumentos</i> MONUMENTOS	BG (B7.6., B9.1., B9.2.), G (B3.3., B8.3., B10.3.)
Mirador de Pena do Castelo. Cañones del río Sil (6ª)	<i>Las riberas encajadas del Sil</i> PAISAJE	G (B5.16., B9.5., B10.3., B10.5), CTMA (B5.6., B5.9., B5.10., B5.11.)

\*Contenidos LOMCE en los bloques (B) de las asignaturas de BG: Biología y Geología 1º BAC, G: Geología 2º BAC, CTMA: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente 2º BAC.

La primera ficha didáctica (Anexo, Figuras 2a y 2b), titulada *¿Cómo se formó el plegamiento geológico de Pena Gaiteira?*, se corresponde con la primera parada de la visita virtual, en la que se trabaja particularmente la temática de Tectónica. Los contenidos que se desarrollan con esta actividad están relacionados con la deformación y el comportamiento mecánico de las rocas, los tipos de plegamientos y sus elementos, y la construcción de modelos de los principales tipos de plegamientos y su relación con la tectónica de placas. Con las tareas propuestas en esta ficha también se trabajan los tipos de rocas, mediante el uso del mapa geológico en formato digital. Así mismo, se pretende que el alumnado relacione el relieve y el paisaje con los procesos geológicos internos y externos.

La segunda ficha (Anexo, Figuras 3a y 3b) se enmarca en la temática de Recursos y se titula *¿Qué recursos nos proporcionan estos materiales?* Con esta ficha se pretende que el alumnado reconozca cómo las características mineralógicas, texturales y estructurales de las rocas determinan sus distintos usos como materiales de construcción, cerámica, etc. Se trabaja también en esta parada de la visita con el mapa geológico, los tipos de rocas y su cronología. Otra de las potencialidades de esta actividad es que se proponen tareas de investigación acerca de los impactos de la extracción de los recursos geológicos, cuya explotación es cada vez más intensa y acelerada.

La tercera ficha didáctica (Anexo, Figuras 4a y 4b), titulada *Investigando acerca del origen de los materiales de construcción de los monumentos*, se organiza en torno a la historia de dos monumentos identitarios de la zona, y por ello se enmarca en la temática de Monumentos. La actividad central se plantea como una tarea de formulación y comprobación de hipótesis, a través de una investigación que se lleva a cabo empleando las TGs y los SIG. Con esta ficha se pueden repasar contenidos de geografía, ubicando los lugares de procedencia de los diferentes tipos de roca existentes en los monumentos. Esta actividad invita a la comparación del uso de materiales alóctonos y autóctonos. Además del impacto sobre la naturaleza, seguir la pista a las rocas y minerales que se utilizan en construcción u otras actividades industriales, nos lleva a abrir un debate sobre la siguiente disyuntiva: si explotamos rocas autóctonas, sufrimos de forma directa los impactos derivados de esta explotación (también los positivos); pero si utilizamos rocas foráneas, los impactos no repercuten directamente sobre nuestro entorno, pero contribuimos de forma notable a otros problemas, algunos a escala planetaria, como por ejemplo, con mayores emisiones de dióxido de carbono (Fuertes-Gutiérrez *et al.*, 2016). Por otra parte, se siguen utilizando en la ficha los recursos de cartografía presentados en las fichas anteriores, empleándolos para el trabajo con escalas para el cálculo de distancias y para el diseño del perfil topográfico entre dos puntos. Con la misma finalidad se emplea Google Earth, lo que permite que el alumno trabaje digital y manualmente con los mapas, comprobando al final si los resultados alcanzados concuerdan.

La última ficha (Anexo, Figuras 5a y 5b) se titula *Las riberas encajadas del Sil*, y se corresponde con la sexta y última parada de la visita virtual. Con las tareas desarrolladas en esta ficha se pretende que el alumno relacione el paisaje con las actividades económicas y sociales que en él se desarrollan y con sus impactos sobre el mismo. Por ejemplo, con los cultivos de vid y su disposición en bancales (“socialcos”), la plantación de olivares, los asentamientos humanos y la construcción de embalses. Por otro lado, con esta ficha el alumno manejará datos de temperatura y precipitaciones, empleando la cartografía digital, y trabajará también con un ejemplo de cartografía histórica del mapa de Galicia realizado por Domingo Fontán. Se pretende que el alumno interprete el paisaje y su relación con los procesos geológicos internos y externos, y que reconozca la fragilidad del paisaje, enumerando los impactos más visibles que sufre esta zona. Se trata de poner en valor los elementos geológicos de esta zona como instrumentos de reconstrucción de la historia de la Tierra.

## 5. Consideraciones finales

Las salidas de campo tienen especial interés para el desarrollo de conocimientos geocientíficos, constituyendo el mejor recurso educativo y divulgativo del que dispone la Geología. Sin embargo, este tipo de actividades no gozan de todo el protagonismo que deberían en la práctica educativa habitual. Una propuesta educativa como la presentada

en este trabajo, donde las actividades de campo son virtualizadas haciendo uso de recursos informáticos como la cartografía digital y los programas como Google Earth, resulta de gran interés en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. A través de esta propuesta se consigue el entrenamiento en el manejo de entornos virtuales de aprendizaje, con el empleo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), y la promoción de un aprendizaje situado, ayudando al alumno a conectar su realidad cotidiana con los contenidos académicos.

Por otra parte, la valoración y conservación del patrimonio geológico depende también de la relevancia que le otorgue el profesorado y de los valores que sobre él se transmitan al alumnado; por ello, el empleo de esos recursos virtuales constituye una herramienta de gran interés para el estudio y puesta en valor de este patrimonio.

La propuesta educativa basada en la realización de una visita virtual, empleando las fichas duales presentadas en este trabajo, constituye un material didáctico con elementos tanto de valor científico como cultural, tales como tectónica y estructuras geológicas, recursos geológicos y minerales, y paisaje, que permiten conocer e interpretar mejor aspectos relacionados con el origen y la evolución del planeta. Además, es un recurso flexible, pues los docentes pueden modificar, diseñar y añadir otras actividades a las sugeridas en las fichas, para tratar estos y otros contenidos, sirviendo las que aquí se proponen como orientación para la preparación de otras adaptadas a otros contextos.

## 6. Referencias

- Alfaro, P., Espinosa, J., Falces, S., García-Tortosa, F. y Jiménez-Espinosa, R. (2007). Actividades didácticas con Google Earth. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15.1, 2-15.
- Ardura, D., Zamora, A. (2014). ¿Son útiles entornos virtuales de aprendizaje en enseñanza de las ciencias secundaria? Evaluación de una experiencia en la enseñanza y el aprendizaje de la Relatividad. *Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias*, 11.1, 83-93.
- Casas N., Maguregi, G., Zamalloa, T., Echevarría, I., Fernández, M. D., Sanz, J. (2016). Las salidas de campo y la Geología. El perfil académico y la actitud del profesorado de la ESO en la CAPV. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24.2, 213-220.
- Carrillo, L. (1996). Los trabajos prácticos en Geología: problemas, posibilidades y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4.2, 120-123.
- Fuertes-Gutiérrez, I., De la Calzada Lorenzo, E., Llamas Martínez, T., Tejerina Fernández, Á., Crespo Fernández, M. A., Pereiras López, L., Crespo Toral, T., Domínguez Valentín, L., Cabezas Lefler, L. (2016). Lugares de interés geoescolar en el medio urbano. Potencialidad de las ciudades para la enseñanza de Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24.2, 195-201.
- García de la Torre, E., Sequeiros San Román, I., Pedrinaci, E. (1993). Fundamentos para aprendizaje de la Geología de campo en la Educación Secundaria: una propuesta para la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1.1, 11-18.

- García Cruz, C.M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16.2, 323-330.
- Gómez-Trigueros, I.M. (2010). Análisis del paisaje físico y humano de la provincia de Alicante: Google Earth como herramienta docente en las clases de geografía. *Geo-Graphos*, 1.
- González, M., Calonge, A., Vehí, M. (2012). Utilización de los SIG como recurso para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20.2, 173-187.
- González-Delgado, J. A., Martínez-Graña, A. M., Civis, J., Sierro, F. J., Goy, J. L., Dabrio, C. J., Ruiz, F., González-Regalado, M. L., Abad, M. (2014). Virtual 3D tour of the Neogene palaeontological heritage of Huelva (Guadalquivir Basin, Spain). *Environmental Earth Sciences*, 73.8, 4609-4618.
- Hoces Prieto, R. (1998). La ciencia fuera del aula: consideraciones generales. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18, 53-61.
- Jiménez, A., Pérez, J. V., Carrillo, J. (2014). Integración de las Tecnologías Geoespaciales como herramientas docentes de Ciencias de la Tierra para Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22.3, 239-250.
- Lacreu, H.L. (2012). Recursos virtuales para la interpretación geológica del paisaje. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20.2, 198-202.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). Boletín Oficial del Estado, número 295, de 10 de diciembre de 2013 (BOE-A-2013-12886).
- Morcillo, J. G., Bach, J. (2011). Las actividades geológicas de campo en la educación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.1, 2-3.
- Moya-Palomares, M.E., Centeno, J. D., Acaso, E. (2005). Itinerario virtual por el macizo de Peñalara, un método complementario a las salidas de campo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13.3, 329-333.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, nº 25, de 29 de enero de 2015 (BOE-A-2015-738).
- Pascual Trillo, J.A. (2017). Necesitamos la Geología también en Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25.3, 274-284.
- Pedrinaci, E. (1993). La construcción histórica de tiempo geológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, 315-323.
- Pedrinaci, E. (2003). Secuencia y organización de los procesos geológicos internos. *En Dinámica interna de la Tierra. Cursos a distancia organizados por la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Disponible en <https://docplayer.es/23813850-4-secuencia-y-organizacion-de-los-procesos-geologicos-internos.html> (Consulta 07/12/2018).
- Pedrinaci, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra y competencia científica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21.2, 208-214.

- Pérez Alberti, A. (2018). Xeomorfoloxía das Montañas do Courel. Edita *Grupo de Desenvolvemento Rural Ribeira Sacra-Courel*. Recuperado de <https://ribeirasacracourel.es/xeomorfoloxia-das-montanas-do-courel> (Consulta 10/06/2019).
- Pérez-Peña, J. V., Jiménez, A., Azañón, J. M., Azor, A. (2013). Desarrollo de un servidor SIG para la realización de excursiones geológicas virtuales. *Geogaceta*, 54, 159-162.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, nº 3, de 3 de enero de 2015 (BOE-A-2015-37).
- Rebelo, D., Marques, L., Costa, N. (2011). Actividades en ambientes exteriores al aula en la Educación en Ciencias: contribuciones para su operatividad. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.1, 15-25.
- Sagástegui, D. (2004). Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado. *Revista electrónica Sinéctica*, 24, 30-39.

### **Aplicaciones y páginas web consultadas**

- ArcGIS online. Recuperado de <https://www.arcgis.com/home/index.html>
- Google Earth. Recuperado de [https://www.google.es/intl/es\\_es/earth/](https://www.google.es/intl/es_es/earth/)
- Google Maps. Recuperado de <https://www.google.es/maps>
- Información Xeográfica de Galicia. Recuperado de <http://mapas.xunta.gal/portada>
- Instituto Geográfico Nacional. Recuperado de <http://www.igme.es>
- Instituto Geológico y Minero de España. Recuperado de <http://www.igme.es>
- Itinerarios Geológicos Virtuales de la Universidad de Huelva. Recuperado de <http://www.uhu.es/itigeovir>
- Servidor de Mapas de Propiedades de Suelos de Galicia. Investigador principal: Luis Rodríguez Lado. Recuperado de <http://rgis.cesga.es/>

---

#### **Sugerencia de cita:**

Cabo-Domínguez, L.; Sanmartín, P. y Barral, M.T. (2019). Aprovechamiento didáctico del entorno natural y urbano para la enseñanza en geología: el área de Monforte de Lemos (Lugo). *Pulso. Revista de Educación*, 42, 205-227

# Anexo

## PARADA 1: PLEGAMIENTO DE PENA GAITEIRA

### ¿Cómo se formó el plegamiento geológico de Pena Gaiteira?

**TECTÓNICA**

**Ficha del ALUMNO**

Un plegamiento geológico es una deformación de las rocas en la que elementos de carácter horizontal, como los estratos o los planos de esquistosidad (en el caso de rocas metamórficas), quedan curvados formando ondulaciones alargadas y de direcciones más o menos paralelas entre sí, como respuesta a una presión horizontal que afecta a las rocas. En este caso, cerca del barrio de A Parte, en el ayuntamiento de Monforte de Lemos, encontramos este interesante ejemplo a orillas del río Cabe.



Plegamiento geológico de Pena Gaiteira (Santa María da Parte).

Fuente: La Voz de Galicia.

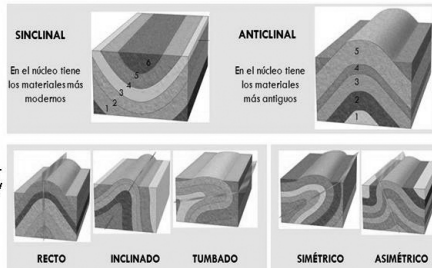
Los plegamientos son el resultado de la deformación plástica de las rocas ante un esfuerzo de compresión. Pueden presentarse en cualquier tipo de roca, pero son más fáciles de apreciar y estudiar en las rocas que están dispuestas en capas, como las sedimentarias o algunas metamórficas. Cuando se plegan las rocas, es muy frecuente que se formen ondulaciones en las capas. Los pliegues cambian la disposición horizontal que inicialmente tenían los estratos.

Hay dos tipos fundamentales de pliegues:

-Anticlinal: tiene en su núcleo los materiales más antiguos.

-Sinclinal: tiene en su núcleo los materiales más modernos.

En función de la posición de su plano axial se clasifican en: rectos, inclinados, tumbados e invertidos; y pueden ser simétricos o asimétricos.



Fuente: Alberto Hernández.

### Actividades:

1. Empleando la cartografía digital disponible en la web del Instituto Geológico y Minero de España (<http://www.igme.es/>) (Actividad grupal):

a) Localiza el número de la hoja del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 en la que se encuentra el plegamiento geológico de Pena Gaiteira.

b) Amplia la información consultando el Servidor de Mapas de Propiedades de Suelos de Galicia (<http://rgis.cesga.es/>), e investiga más sobre el plegamiento de Pena Gaiteira. ¿Por qué tipo de rocas está formado? ¿Cuál fue su periodo de formación? ¿Existen más ejemplos de este tipo de rocas en Galicia? ¿Y en España? Si existen, ¿son coetáneas a las de Pena Gaiteira?

2. Señala en la imagen los elementos geométricos del plegamiento de Pena Gaiteira: charnela, plano axial, buzamiento y núcleo. (Actividad individual).

3. Clasifica el plegamiento de Pena Gaiteira en función de la antigüedad de los materiales de su núcleo, la posición de su plano axial y su simetría. (Actividad individual).

Figura 2a. Ficha del alumno orientada a la tectónica y plegamientos.



## PARADA 1: PLEGAMIENTO DE PENA GAITEIRA

**¿Cómo se formó el plegamiento geológico de Pena Gaiteira?**

**TECTÓNICA**
**Ficha del PROFESOR**

Relación con el currículo	Estándares de aprendizaje evaluables
Biología y Geología 1º BAC. Bloque 8	-Asocia la deformación de las rocas a la tectónica de placas. -Distingue los elementos de un pliegue y los clasifica atendiendo a diferentes criterios.
Biología y Geología 1º BAC. Bloque 9	-Interpreta mapas.
Geología 2º BAC. Bloque 4	-Comprende y describe cómo se deforman las rocas y conoce los principales tipos de plegamientos.
Geología 2º BAC. Bloque 6	-Interpreta mapas.
Geología 2º BAC. Bloque 10	-Lee e interpreta mapas geológicos sencillos de una comarca o región.

**Valores trabajados con esta ficha**

- Geológico: tipos de rocas, geomorfología, formas del relieve.
- Cartográfico: aplicación cartográfica-informática, uso de mapas, mapas temáticos.
- TIC: uso de programas y servidores específicos, tecnologías geoespaciales.
- Búsqueda de información: internet.

**COMPETENCIAS CLAVE**

CCL	CMCCT	CD	CAA	CSIEE	CEC	CSC
	✓	✓	✓	✓	✓	

**Actividades y cuestiones complementarias:**

1. Construir modelos de plegamientos empleando materiales plásticos como la plastilina o la arcilla, o bien, una maqueta en un recipiente transparente usando distintos tipos de rocas, o materiales, como arena o harina.
2. Añadir actividades sobre el pliegue geológico de Campodola, en O Caurel (Lugo), de gran importancia y más ampliamente estudiado que el de Pena Gaiteira. En las actividades se puede introducir el tema de los fósiles, extensamente estudiados en esta zona (e.g. Pérez Alberti, 2018).
3. Dibujar un anticlinal que sea asimétrico e inclinado y un sinclinal que sea simétrico y tumbado.
4. Utilizar simuladores online de plegamientos.

Pérez Alberti, A. (2018). Xeomorfoloxía das Montañas do Courel. Edita Grupo de Desenvolvemento Rural Ribeira Sacra-Courel. D. L.: C. 1845-2018. Recuperado de <https://ribeirasacraourel.es/xeomorfoloxia-das-montanhas-do-courel> (Consulta 10/06/2019).

Figura 2b. Ficha del profesor orientada a la tectónica y plegamientos.

## PARADAS 2 Y 3: CERÁMICA DE O CASTELO Y MINAS DE FREIXO

### ¿Qué recursos nos proporcionan estos materiales?

#### RECURSOS

#### Ficha del ALUMNO

La depresión de Monforte es una de las principales cuencas sedimentarias de origen tectónico del noroeste de la Península Ibérica. Su origen tuvo lugar durante la Orogenia Alpina en el Paleógeno, hace 66 m.a. La cuenca fue colmatada por aportes terciarios, principalmente arcillas pardas y verdes que se distribuyeron en estratos.

A las afueras de Monforte, en la antigua fábrica de Cerámica O Castelo, en el lugar de extracción de materiales para esta industria, se pueden observar los estratos de arcillas de distintas tonalidades depositados a lo largo de miles de años. Las arcillas rojas se depositaron en momentos en que en el lago había un ambiente oxidante, rico en oxígeno, generado por aguas que se movían y se oxigenaban. Las arcillas de tonalidades verdosas se generaron en épocas en las que el lago tenía poco movimiento y mucha materia orgánica, que acababa con el oxígeno del agua, por lo que el hierro presente en los sedimentos se mantenía reducido provocando una coloración azul-verdosa.

Los materiales extraídos se empleaban en la fabricación de recipientes de cerámica, ladrillos, tejas y baldosas para la construcción.



Lugar de extracción de la fábrica de Cerámica O Castelo. En el corte se observan estratos de arcillas de diferentes tonalidades. Fuente: Laura Cabo-Domínguez



Mina de Freixo. Fuente: Carlos Rueda

Los primeros documentos que hablan de la extracción del hierro en Freixo para abastecer las ferrerías encargadas de la fabricación de armamento para el Conde de Lemos datan del siglo XV. La mina cesó su actividad en 1958. Durante muchos años, las minas de hierro de la sierra de Freixo fueron una de las principales fuentes de empleo de la zona. Durante una buena parte de su época de actividad, en la primera mitad del siglo XX, la explotación fue administrada por una compañía alemana bajo la dirección del ingeniero Friedrich Wilhelm Clos, quien residió durante muchos años en la ciudad de Monforte, donde falleció en 1949.

Durante esos años, el mineral extraído de las minas de Monforte era transportado hasta la estación ferroviaria de Canaval a más de ocho kilómetros de distancia, mediante un teleférico. Desde allí era conducido al puerto de Rande, en la ría de Vigo, para ser embarcado en dirección a Alemania, donde era empleado en la construcción del arsenal y maquinaria militar alemana.

#### Actividades:

1. Empleando el Mapa de Patrimonio Minero de Galicia, que se puede consultar a través de la web del Instituto Geológico y Minero de España en el enlace:

<http://igme.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=8e79668f296645aba357377d7fabf846>

recaba información sobre otras minas de Galicia y los recursos que de ellas se extraen. (Actividad individual).

2. Investiga acerca de la Mina de Freixo. Su historia, etapas de explotación e importancia socioeconómica que tuvo en la zona. (Actividad individual).

3. Consulta el mapa geológico y explica sobre qué tipos de roca se localiza el lugar de extracción de la fábrica de Cerámica O Castelo. ¿A qué era geológica corresponden estos materiales?

4. Elabora una lista de los impactos sobre el medio ambiente que conllevan este tipo de explotaciones. (Actividad grupal).

Figura 3a. Ficha del alumno orientada a los recursos geológicos y mineros.

**PARADAS 2 Y 3: CERÁMICA DE O CASTELO Y MINAS DE FREIXO**

**¿Qué recursos nos proporcionan estos materiales?**

**RECURSOS**

**Ficha del PROFESOR**

Relación con el currículo	Estándares de aprendizaje evaluables
Biología y Geología 1º BAC. Bloque 7	-Identifica las aplicaciones de interés social o industrial de determinados tipos de minerales y rocas.
Geología 2º BAC. Bloque 6	-Entiende y desenvuelve la analogía de los estratos como las páginas del libro donde está escrita la historia de la Tierra.
Geología 2º BAC. Bloque 8	-Localiza información en la red de diversos tipos de depósitos de rocas y minerales. -Compila información sobre alguna explotación minera concreta.
Geología 2º BAC. Bloque 9	-Integra la geología local con los principales dominios geológicos y la historia geológica del planeta.
Geología 2º BAC. Bloque 10	-Lee e interpreta mapas geológicos sencillos de una comarca o región. -Interpreta información de los Sistemas de Información Geográfica.
Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Bloque 5	-Conoce los principales impactos derivados de la explotación de los recursos de la geosfera en su entorno más próximo. -Valora el uso eficiente de los recursos.

**Valores trabajados con esta ficha**

- Geológico: tipos de rocas, geomorfología, geología regional, usos del suelo, historia geológica.
- Cartográfico: aplicación cartográfica-informática, uso de mapas, mapas temáticos.
- TIC: uso de programas y servidores específicos, tecnologías geoespaciales.
- Búsqueda de información: internet.

**COMPETENCIAS CLAVE**

CCL	CMCCT	CD	CAA	CSIEE	CEC	CSC
	✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Actividades y cuestiones complementarias:**

1. Investigar sobre la minería del hierro en Galicia y en otras Comunidades Autónomas.
2. Utilizar Google Earth para obtener un perfil topográfico entre Cerámica O Castelo y Minas de Freixo.
3. Investigar sobre los impactos derivados de la explotación de los recursos de la geosfera en el entorno más próximo.
4. Buscar fuentes de cartografía online de patrimonio minero en otras Comunidades Autónomas.
5. Localizar un recurso mineral, calcular las reservas existentes y evaluar los efectos ambientales derivados de su explotación, utilizando como herramientas el mapa geológico y una matriz de valoración de impactos (e. g. Luzón et al., 1998).

Luzón, A., Sirvent, J., Soria, M. (1998). Propuesta didáctica para la asignatura de Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente: la explotación de recursos minerales y la evaluación de su impacto ambiental. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6, 3, 258-263.

Figura 3b. Ficha del profesor orientada a los recursos geológicos y mineros.

## PARADAS 4 Y 5: CASTILLO DE SAN VICENTE Y COLEGIO DE NUESTRA SEÑORA DE LA ANTIGUA

### **Investigando acerca del origen de los materiales de construcción de los monumentos**

#### **MONUMENTOS**

#### **Ficha del ALUMNO**

El Castillo de San Vicente y el Colegio de Nuestra Señora de la Antigua son dos de los monumentos más emblemáticos y representativos de la ciudad de Monforte de Lemos. Pero... ¿los materiales con los que están contruidos son autóctonos o fueron transportados desde otros lugares?

La Torre del Homenaje es uno de los elementos arquitectónicos característicos de la ciudad del Cabe, como se conoce también a Monforte de Lemos. Construida entre los siglos XIII y XV, era el edificio más importante del Castillo, con una altura de 30 metros y muros de 3 metros de ancho.

El Colegio de Nuestra Señora de la Antigua, conocido popularmente como el Escorial de Galicia, es un impresionante edificio que data de los siglos XVI-XVII. Uno de los elementos que destaca de su interior es la escalera monumental con escalones de una sola pieza en roca granítica y que parece suspenderse en el aire debido a un ingenioso juego de fuerzas arquitectónicas.



Castillo de San Vicente (izquierda) y Colegio de Nuestra Señora de la Antigua (derecha). Fuente: Concello de Monforte de Lemos

#### **Actividades:**

1. Utilizando el mapa topográfico digital de la web del Instituto Geográfico Nacional <http://www.ign.es> (Actividad grupal):
  - a) Ubica en el mapa los dos monumentos.
  - b) ¿A qué altitud se encuentra cada uno de ellos?
2. Emplea el mapa topográfico en papel y teniendo en cuenta la escala, calcula la distancia entre ambos monumentos. (Actividad individual).
3. Elabora el perfil topográfico entre los dos monumentos. A continuación, calcúlalo con la herramienta correspondiente de Google Earth. Compara ambos perfiles, ¿conducen los resultados? (Actividad grupal).
4. Busca fotografías en internet de los dos monumentos e investiga sobre su construcción, utilizando, entre otros, los recursos de cartografía online (mapa geológico). ¿De qué material están hechos el Castillo y el Colegio? ¿Se trata del mismo material? ¿Se encuentra este material en la zona? De no ser así, plantea hipótesis acerca del lugar de su procedencia. (Actividad grupal).

Figura 4a. Ficha del alumno orientada a los monumentos.

**PARADAS 4 Y 5: CASTILLO DE SAN VICENTE Y COLEGIO DE NUESTRA SEÑORA DE LA ANTIGUA**

***Investigando acerca del origen de los materiales de construcción de los monumentos***

**MONUMENTOS**
**Ficha del PROFESOR**

Relación con el currículo	Estándares de aprendizaje evaluables
Biología y Geología 1º BAC. Bloque 7	-Identifica las aplicaciones de interés social o industrial de determinados tipos de minerales y rocas.
Biología y Geología 1º BAC. Bloque 9	-Interpreta y realiza mapas topográficos.
Geología 2º BAC. Bloque 3	-Identifica mediante fotografías y especímenes reales variedades de rocas.
Geología 2º BAC. Bloque 8	-Localiza información en la red de diversos tipos de depósitos de rocas y minerales.
Geología 2º BAC. Bloque 10	-Lee e interpreta mapas geológicos sencillos de una comarca o región.

**Valores trabajados con esta ficha**

- Geológico: tipos de rocas, usos del suelo.
- Cartográfico: aplicación cartográfica-informática, uso de mapas, mapas temáticos.
- TIC: uso de programas y servidores específicos, tecnologías geoespaciales.
- Búsqueda de información: internet.

COMPETENCIAS CLAVE						
CCL	CMCCT	CD	CAA	CSIEE	CEC	CSC
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Actividades y cuestiones complementarias:**

1. La actividad de investigación de la ficha del alumno se puede proponer como un trabajo de investigación en equipo, con grupos de cuatro alumnos. Cada alumno tendría un rol diferente dentro del grupo: coordinador, secretario, responsable del material y portavoz. Cada grupo podría preparar una exposición oral presentando las hipótesis formuladas sobre la construcción de los monumentos y argumentando puntos a favor y en contra de estas hipótesis, creándose un debate entre los distintos grupos de alumnos.
2. Investigar sobre el proceso de extracción y procesado de recursos minerales (rocas ornamentales, arcillas, áridos, metales) para su uso como materiales de construcción.
3. Investigar sobre canteras históricas en Galicia y su período de actividad.
4. Investigar sobre los materiales mayoritarios en la construcción de monumentos históricos en Galicia y España.
5. Investigar sobre la importancia del mortero para la datación de edificios y sobre las técnicas para ello empleadas.

Figura 4b. Ficha del profesor orientada a los monumentos

## PARADA 6: MIRADOR DE PENA DO CASTELO. CAÑÓN DEL SIL

### **Las riberas encajadas del Sil**

#### **PAISAJE**

#### **Ficha del ALUMNO**

Nuestra excursión virtual está llegando a su fin, y, ¿que mejor lugar para terminar que el imponente Cañón del río Sil?

Durante el Pérmico (299-252 m.a.) en esta región del planeta hubo una gran cadena montañosa en la que los granitos y las más antiguas rocas metamórficas de la zona formaban el núcleo más profundo.

Durante el Mesozoico (252-266 m.a.), cuando estos terrenos formaban parte de Pangea, comenzaron los procesos de meteorización y erosión de esta cadena montañosa, convirtiéndola en una penillanura.

Las fallas originadas en la Orogenia Hercínica se reactivaron a comienzos del Terciario, en la Orogenia Alpina. Estos movimientos debidos a la compresión sobre planos muy verticales, durante la Orogenia Alpina produjeron una lenta elevación de la penillanura de erosión mesozoica, sin apenas modificar su horizontalidad y dieron lugar al relieve en teclas que caracteriza el paisaje actual de Galicia y de esta zona en particular.

Como resultado de estos movimientos alpinos, se produjeron dos situaciones diferentes. En algunos casos, ríos como el Sil se fueron encajando en los bloques al tiempo que estos ascendieron, generando los profundos cañones que hoy podemos observar. En otros casos, los bloques hundidos dieron lugar a cuencas sedimentarias como la de Monforte de Lemos.

La edad de la red fluvial no se puede definir con exactitud. Al río Sil se le otorga una edad entorno a los 70 m.a., muy anterior a la última orogenia (Alpina), motivo por el cual se considera que, probablemente, sea uno de los ríos más antiguos de la Península Ibérica. A partir de la fractura tectónica sobre la que después actuó la erosión fluvial el río Sil ha excavado el profundo cañón de 500-600 metros que conocemos hoy en día.



Cañón del Sil. Fuente: Xunta de Galicia

#### **Actividades:**

1. Observa la fotografía del paisaje del Cañón del Sil. ¿Qué sensación te provoca? Compara tus impresiones con las de tus compañeros/as y elabora una lista en común con la que hagás un pequeño párrafo que defina este paisaje. (Actividad individual).
2. Localiza el Cañón del Sil en el mapa de Propiedades de Suelos de Galicia (<http://rgis.cesga.es/>). Con la ayuda de las capas de temperaturas y precipitaciones responde sobre ¿cuál es el clima de este lugar y cómo influye en el paisaje? ¿Qué papel tiene el agua en este paisaje? (Actividad grupal).
3. Buscando fotografías en Internet y teniendo también en cuenta tu conocimiento sobre la zona, ¿qué actividades económicas identificas en este paisaje? ¿Cómo afectan estas actividades al medio en el que se asientan? (Actividad individual).
4. Domingo Fontán, que fue Director del Observatorio Astronómico de Madrid, elaboró en 1834 la Carta Geométrica de Galicia, un mapa físico, el primero realizado en España con métodos científicos y mediciones matemáticas. Este trabajo supone la aportación más importante de la ciencia cartográfica española de la primera mitad del siglo XIX. Busca el mapa de Domingo Fontán en el Catálogo de la Cartoteca de la web del Instituto Geográfico Nacional (<https://www.ign.es/web/catalogo-cartoteca/resources/html/002693.html>). Localiza la zona del Cañón del Sil, y compara el mapa de Domingo Fontán con el Mapa Topográfico Nacional actual (<http://www.ign.es/web/cbg-area-cartografia>). ¿Qué cambios importantes observas? ¿Existe alguna relación entre la geomorfología de la zona y la localización de los embalses? (Actividad grupal).

Figura 5a. Ficha del alumno orientada al paisaje.

**PARADA 6: MIRADOR DE PENA DO CASTELO. CAÑÓN DEL SIL**

**Las riberas encajadas del Sil**

**PAISAJE**

**Ficha del PROFESOR**

Relación con el currículo	Estándares de aprendizaje evaluables
Geología 2º BAC. Bloque 5	-Interpreta el paisaje y su relación con los procesos geológicos internos y externos.
Geología 2º BAC. Bloque 9	-Interpreta la Geología de Galicia como parte del dominio Varisco, resultado de la historia geológica del planeta y de la tectónica de placas.
Geología 2º BAC. Bloque 10	-Lee e interpreta mapas geológicos sencillos de una comarca o región. -Interpreta información de los Sistemas de Información Geográfica.
Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Bloque 5	-Conoce los principales impactos derivados de la explotación de los recursos de la geosfera en su entorno más próximo.
Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Bloque 5	-Interpreta el relieve como consecuencia de la interacción de la dinámica interna y externa del planeta.
Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Bloque 5	-Reconoce la fragilidad del paisaje y los impactos más frecuentes que sufre.

**Valores trabajados con esta ficha**

- Geológico: usos del suelo, formas del relieve, historia geológica, geomorfología.
- Cartográfico: aplicación cartográfica-informática, uso de mapas, mapas temáticos.
- TIC: uso de programas y servidores específicos, tecnologías geoespaciales.
- Búsqueda de información: internet.

**COMPETENCIAS CLAVE**

CCL	CMCCT	CD	CAA	CSIEE	CEC	CSC
	✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Actividades y cuestiones complementarias:**

1. El paisaje no consiste sólo en los elementos físicos, también tiene que ver con los significados y valores que las personas le atribuyen. Rellenar una tabla puntuando del 1 al 5 los distintos valores presentes en el paisaje del Cañón del Sil: valores sociales, estéticos, identitarios, simbólicos, productivos, naturales, históricos.
2. Elaborar una lista con los impactos negativos y los elementos positivos que se deberían mantener o potenciar en el paisaje tratado. Señalar qué decisiones se deberían tomar para alcanzar el mejor paisaje posible, que sea sostenible desde un punto de vista social, económico y ambiental.
3. Realizar un inventario de lugares de interés geológico (LIG) situados en el entorno del centro educativo, siguiendo el modelo propuesto por Fuertes-Gutiérrez y Fernández-Martínez (2014). Esta propuesta profundiza en el concepto de patrimonio geológico y la necesidad de su conservación, proponiendo una ficha descriptiva y una ficha de valoración de un lugar de interés.

Fuertes-Gutiérrez, I., Fernández-Martínez, E. (2014) Inventariar para conocer, conocer para valorar. Trabajando con el patrimonio geológico en el entorno de los centros educativos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22.1, 38-48.

Figura 5b. Ficha del profesor orientada al paisaje.