

# Nuevos objetivos y metodologías para la enseñanza de Geología en la E.T.S.I. Minas de Madrid

Isabel Arribas, José Eugenio Ortiz, Trinidad de Torres

Dpto. Ingeniería Geológica, E.T.S.I. Minas, Universidad Politécnica de Madrid, C/Ríos Rosas 21, Madrid 28003.

[isabelkitina.arribas@upm.es](mailto:isabelkitina.arribas@upm.es), [joseeugenio.ortiz@upm.es](mailto:joseeugenio.ortiz@upm.es), [trinidad.torres@upm.es](mailto:trinidad.torres@upm.es)

## RESUMEN

El aprendizaje de la Geología requiere, además del conocimiento conceptual y teórico, de una habilidad que fundamentalmente se consigue con la práctica en la Naturaleza para entender las formas y estructuras. Así, la enseñanza de la Geología y disciplinas asociadas, requiere la realización de prácticas en campo. En el Departamento de Ingeniería Geológica de la E.T.S.I. Minas de Madrid, apoyándose en las nuevas tecnologías, se han elaborado fichas de salidas al campo, o “Rutas Geológicas”, acompañadas virtualmente por profesores de la ETSIMM, en las que se señalan los aspectos geológicos más importantes que se pueden observar y, en general, del Medio Físico. Estas fichas están disponibles en la web o se pueden consultar impresas. De esta manera se facilitan herramientas necesarias para definir entornos virtuales de aprendizaje que se adapten tanto a la didáctica de cada profesor, como a las necesidades e inquietudes que les puedan surgir a los alumnos (geología, recursos, geomorfología, estratigrafía, paleontología, biología, etc) mediante “enlaces” (aplicaciones móviles, vídeos, fichas en papel). Cualquier profesor puede, de una manera rápida y sencilla preparar la clase práctica de campo. Asimismo, los alumnos que lo deseen pueden realizar itinerarios de interés geológico sin necesidad de ir acompañados de un docente, profundizando en los temas que más les interesen. En algunos casos también se han rodado vídeos explicativos cortos, realizados por los propios alumnos como actividad docente, que recogen aspectos de estos itinerarios. También con este sistema se favorece la realización de un proyecto interdisciplinar e integrador, ya que estas fichas posibilitan la integración de información por parte de todos los profesores, y la participación en la elaboración por parte de los alumnos. La realización de estas fichas ha sido acogida favorablemente por parte de los alumnos, habiendo incrementado su motivación y mejorado su rendimiento académico.

**Palabras clave:** innovación educativa, Geología, TIC, autoaprendizaje.

## **SUMMARY**

### **New objectives and methodologies teaching Geology at the E.T.S.I. Minas de Madrid**

Learning Geology requires, in addition to the conceptual and theoretical knowledge, a skill that is primarily achieved with practice in nature to understand forms and structures. Therefore, the teaching of geology and associated disciplines, requires carrying out internships in field. In the Geological Engineering Department of the Madrid School of Mines, we elaborated "Geological routes," which are virtually accompanied by teachers, indicating the most important geological aspects that can be observed and, in general, of the environment. These Geological Routes are available on the web or you can consult them printed. This provides tools to define virtual learning processes that are suited to each professor and to the needs and concerns that may arise to students (geology, resources, geomorphology, stratigraphy, paleontology, history, biology, etc) through "links" (mobile applications, videos, cards on paper). Thus, the professor can prepare practical classes on field, in a quick and easy way. Also, students can make itineraries of geological interest without having to be accompanied by a professor, deeping into the most interesting topics. In some cases also explanatory short videos, made by the students, covering aspects of these itineraries have been filmed. This system favors the realization of an interdisciplinary project, because these routes enable the integration of information by professors together with the participation of students. The realization of these routes has been very welcomed by students, having increased their motivation accompanied by an improvement in grades.

**Keywords:** educational innovation, Geology, ITC, self-learning.

## **INTRODUCCION**

Ante el reto de las nuevas titulaciones adaptadas a las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior (Real Decreto 1393/2007), donde hay una nueva distribución de las horas de trabajo personal del alumno, se propone este nuevo concepto de *e-learning* apoyándose en las nuevas TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) para el aprendizaje de Geología, combinándolo con prácticas en el campo. De hecho, el aprendizaje de la Geología requiere de una habilidad que fundamentalmente se consigue con la práctica en la Naturaleza.

Previamente ya se habían introducido cambios en asignaturas de ámbito geológico en la E.T.S.I. Minas. Los resultados más significativos que afectaban a la metodología y sistema de evaluación (Ortiz y cols., 2010, 2011a,b, 2012a,b; Rodríguez-Sánchez y cols., 2011) habían sido favorables reflejando una mayor motivación de los alumnos y una mejora de sus calificaciones.

En este caso se pretende emplear medios que faciliten la realización de prácticas sin necesidad de la presencia de un profesor. Ya en Moya-Centeno y

cols. (2006) se sugiere la elaboración de itinerarios virtuales para complementar a las salidas de campo.

El objetivo fundamental es aumentar la motivación de los alumnos y mejorar su aprendizaje así como favorecer la flexibilización de la organización de la enseñanza y personalizar la adquisición de conocimientos. Para ello, en este trabajo se propone la elaboración de las fichas sobre “rutas geológicas” para fomentar el trabajo práctico de los alumnos (aprendizaje mediante “lo que se dice y luego se realiza”), en las que el alumno está acompañado virtualmente por profesores de la E.T.S.I. Minas de Madrid, en las que se señalan los aspectos geológicos más importantes que se pueden observar y, en general, del Medio Físico. Estas fichas están disponibles en la web (página *moodle* de las asignaturas) o se pueden consultar impresas. El objetivo es que el alumno realice la práctica y pueda consultar los aspectos más importantes sin necesidad de tener la presencia del profesor, y pudiendo incidir en los aspectos geológicos más importantes de una zona. Dado el uso generalizado de teléfonos móviles con acceso a internet, estas guías se pueden consultar durante la realización de la práctica. Asimismo, los alumnos que lo deseen pueden realizar itinerarios de interés geológico sin necesidad de ir acompañados de un docente, profundizando en los temas que más les interesen. Cabe mencionar que en la elaboración de las fichas no sólo participaron los profesores, sino que se involucraron también los alumnos en el marco de actividades prácticas que tenían que realizar en las asignaturas durante el curso 2011/12.

También, con la elaboración de estas fichas cualquier profesor puede, de una manera rápida y sencilla preparar la clase práctica de campo en base a guías preparadas por sus compañeros de Departamento.

Todo ello se realizó en el marco de los proyectos de Innovación Educativa y Mejora de la Calidad de la Docencia de convocatorias de la Universidad Politécnica de Madrid de los años 2010 y 2011: “Aplicación de nuevas tecnologías a la mejora de la calidad de la docencia en asignaturas de la E.T.S.I. Minas”, y “Consolidación y ampliación de la aplicación de nuevas tecnologías a la mejora de la calidad de la docencia en asignaturas de la E.T.S.I. Minas”.

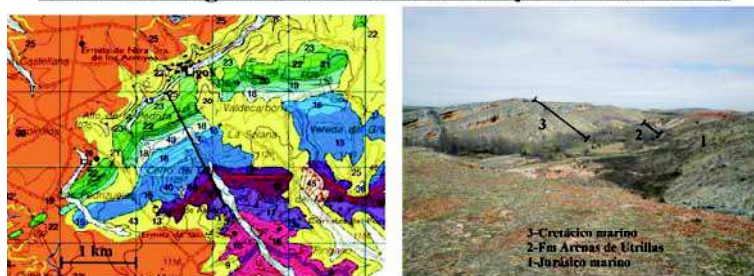
## **MATERIAL Y METODOS**

En lo que se refiere a los principios metodológicos (procedimientos y estrategias empleados para ayudar al alumno en la construcción de su pensamiento) que tienen como objetivo “enseñar a aprender”, y que se basan principalmente en el trabajo personal del alumno, se introdujeron cambios en las asignaturas de la E.T.S.I. Minas de ámbito geológico. Aunque ya se venían empleando medios de apoyo actualizados y una metodología que fomentaba la práctica, se emplearon nuevas técnicas (fichas, imágenes, vídeos) todo ello basado en estudios (Sáenz y Mas, 1979) sobre la forma en que se realiza el aprendizaje (83 % mediante la vista, frente a un 11% mediante el oído) y del porcentaje de datos retenidos por los estudiantes (10% de lo que leen, 20% de lo que escuchan, 30% de lo que ven, 50% de lo que ven y escuchan, 70% de lo que se dice y se discute, 90% de lo que se dice y luego se realiza).

Las fichas de las rutas geológicas elaboradas son de distintas disciplinas geológicas: Geología general, Estratigrafía, Paleontología, Geomorfología y Recursos minerales, entre otras, aunque muchas de ellas contienen aspectos de diversa temática. En las Figs. 1 y 2 se muestran ejemplos de dos fichas con rutas geológicas.

Las fichas se encuentran ubicadas en la plataforma tele-enseñanza *moodle* de cada signatura. Se eligió esta plataforma dadas las ventajas apuntadas en Aznar Acosta (2010) y a la facilidad y experiencia que ya tenían los alumnos en su manejo. Además es la plataforma que se emplea en la Universidad Politécnica de Madrid.

### Serie estratigráfica de Cuevas de Ayllón-Río Pedro



Mapa geológico de la zona con la posición de la serie      Detalle de la serie monoclinial

Se trata de una serie monoclinial en la que afloran materiales del Mesozoico, plegados por la orogenia Alpina. Comienza en la localidad de Cuevas de Ayllón en donde afloran materiales detríticos de la facies Keuper con un color rojizo característico y finaliza en los materiales carbonatados del Cretácico superior que coronan una ladera dando lugar a un resalte muy característico en la zona. Existe una discordancia angular entre los materiales del Jurásico y Cretácico claramente observable. Cabe destacar la discordancia angular entre los materiales del Cretácico (plegados) y los del Cenozoico (horizontales) que se observa en la zona final de la serie. Enlace *Google Earth*: [RioPedro.kmz](http://RioPedro.kmz)  
 Videos explicativos: [http://www.youtube.com/playlist?list=PL54C95B7BDC5C82CA&feature=nh\\_loiz](http://www.youtube.com/playlist?list=PL54C95B7BDC5C82CA&feature=nh_loiz)

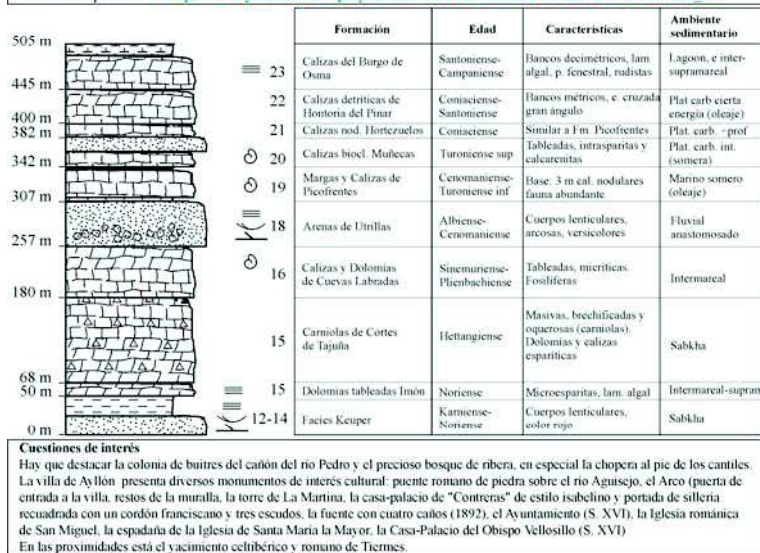
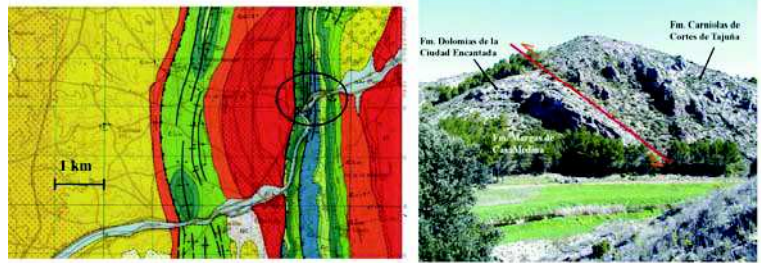


Figura 1. Ejemplo de ficha de ruta geológica por la zona de Cuevas de Ayllón-Río Pedro (Segovia-Soria)

### Serie estratigráfica del Estrecho de Paredes



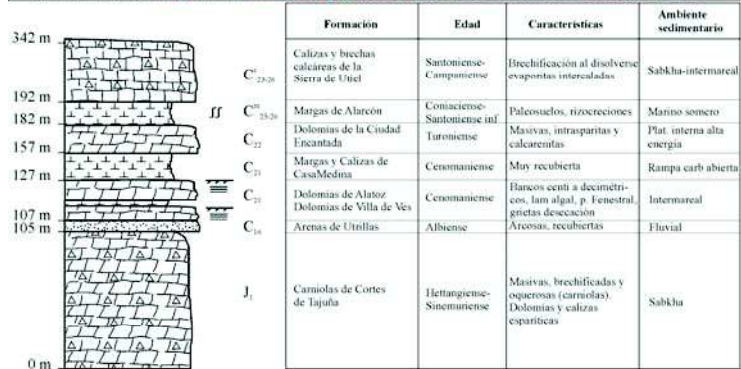
Mapa geológico de la zona con la posición de la serie  
 Enlace *Google Earth* [EstrechoParedes.kmz](#)

Cabalgamiento de los materiales del Jurásico sobre los del Cretácico en el Estrecho de Paredes

Se trata de una serie plegada en el Estrecho de Paredes (Cuenca) en la que primeramente hay que identificar la estructura geológica. Se trata de un cabalgamiento de materiales del Jurásico sobre los del Cretácico (Fig. 2), todos ellos plegados por la orogenia Alpina. Cabe resaltar que la orientación de la Sierra de Altomira coincide con el eje de las estructuras, que son de dirección N-S.

La serie, que discurre paralela a la vía del tren, comienza con materiales brechificados del Jurásico inferior y finaliza en los materiales carbonatados del Cretácico terminal. Destacan algunas estructuras sedimentarias muy bien conservadas: grietas de desecación, laminación paralela y laminación algal. Asimismo, es reseñable el resalte asociado a la Fm. Dolomias de la Ciudad Encantada (típico en la Cordillera Ibérica) y el valle que se genera a lo largo de los afloramientos de la Fm. Margas de Casamedina.

Videos explicativos: [http://www.youtube.com/playlist?list=PL54C95B7BDC5C32CA&feature=nh\\_lolz](http://www.youtube.com/playlist?list=PL54C95B7BDC5C32CA&feature=nh_lolz)



**Cuestiones de interés**  
 En los alrededores hay vestigios de yacimientos arqueológicos de la edad del cobre, edad de bronce y restos de villas romanas, destacando Segóbriga, así como en las villas de Ucles y Huete con monumentos declarados patrimonio histórico-artístico.

Figura 2. Ejemplo de ficha de ruta geológica por la zona del Estrecho de Paredes (Cuenca)

Para la elaboración de las fichas se emplearon fragmentos de mapas geológicos de la serie MAGNA del Instituto Geológico y Minero a escala 1:50.000. También se incluyeron imágenes de las zonas tomadas por los propios profesores así como información geológica obtenida a partir de estudios previos llevados a cabo por los autores de las fichas. Como información complementaria se incluyó información sobre aspectos culturales y otras características de la zona. También, en cada ficha aparecen las coordenadas geográficas y enlaces al programa *Google Earth* con el objeto de visualizar las características de la zona en foto aérea, así como el relieve, estructuras geológicas, otras imágenes de la zona, etc.

Cabe destacar que las guías de las rutas geológicas están acompañadas de vídeos explicativos cortos, realizados por los propios alumnos en el campo como

actividad docente, que recogen aspectos de estos itinerarios. El objetivo de la realización de estos vídeos, además de apoyar la docencia virtual cuando se consultan las guías, fue el de mejorar y favorecer el aprendizaje de los alumnos que los realizaron. En este sentido y teniendo en cuenta los resultados de Sáenz y Mas (1979), se considera que la mejor forma para adquirir conocimientos es cuando se intentan transmitir. Asimismo los alumnos muchas veces prestan más atención a sus propios compañeros que al profesor. En este sentido, se aplicó este procedimiento en la asignatura de Prácticas Geológicas (3<sup>er</sup> curso Ingeniería Geológica y 4<sup>o</sup> curso de Ingeniería de Minas) desarrolladas durante el curso 2011/12, habiendo obtenido buenos resultados. Dentro de cada ficha existe un enlace a los vídeos, que se encuentran ubicados en la siguiente página web:

[http://www.youtube.com/playlist?list=PL54C95B7BDC5C82CA&feature=mh\\_lolz](http://www.youtube.com/playlist?list=PL54C95B7BDC5C82CA&feature=mh_lolz)

## **RESULTADOS**

Aunque la utilización de las fichas sobre rutas geológicas es muy reciente y solamente se ha empleado en una asignatura (Prácticas Geológicas), ya se ha podido observar una mayor motivación del alumnado. De hecho, los alumnos los valoraron muy positivamente y algunos ajenos a esta asignatura, solicitaron poder acceder a ellos para ir a estas zonas en su tiempo libre.

Asimismo, en encuestas realizadas a los alumnos, manifestaron su satisfacción por la realización de los vídeos (8 sobre 10) y el uso de las guías geológicas (8,5 sobre 10). No obstante, cabe mencionar que la idea del rodaje de vídeos no resultó inicialmente muy popular entre los alumnos debido a una cierta inseguridad a la hora de transmitir unos conocimientos, no sólo a su profesor, sino al público en general ya que sabían que se iban a poder consultar libremente en internet en *facebook* y la página web de *youtube* de la E.T.S.I. Minas de Madrid, los resultados fueron satisfactorios. Los alumnos manifestaron haber adquirido, además de los conceptos geológicos que tenían que transmitir, seguridad a la hora de hablar en público con un lenguaje técnico.

También se ha observado una mejora en los resultados en las calificaciones, lo que indica una mejoría en la adquisición del conocimiento (Fig. 3). Como se observa el porcentaje de alumnos con calificación de notable ha aumentado considerablemente.

Dados los buenos resultados preliminares obtenidos, se pretende generalizar el uso de fichas sobre rutas geológicas a otras asignaturas para facilitar al alumno el aprendizaje de Geología. Asimismo, se pretende que las fichas tengan acceso libre en internet para que el alumno y otras personas puedan acceder a ellas no sólo para emplear en salidas docentes sino en viajes particulares y tanto en España como, de cara a un futuro próximo, a otros países. De hecho, se pretende contactar con otras Universidades para difundir este proyecto y hacer intercambios mediante *e-learning* (tanto de conocimientos, como de idioma).

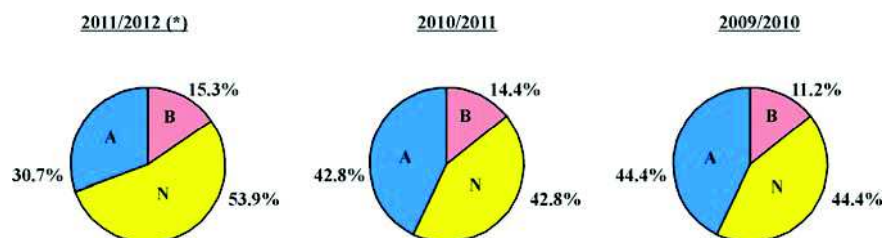


Figura 3. Estudio comparativo de las calificaciones finales obtenidas por los alumnos en la asignatura Prácticas de Geología antes y después (\*) de introducir el sistema de guías y realización de vídeos. Entre paréntesis aparece el porcentaje sobre el total (A: aprobado; N: notable; B: sobresaliente).

Actualmente se está desarrollando una aplicación PARA SMART PHONES (DISPOSITIVOS Apple y Android) sobre estos puntos singulares o rutas geológicas, que se espera poder aplicar el próximo curso.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de Innovación Educativa y Mejora de la Calidad de la Docencia de convocatorias de la Universidad Politécnica de Madrid de los años 2010 y 2011: “Aplicación de nuevas tecnologías a la mejora de la calidad de la docencia en asignaturas de la E.T.S.I. Minas”, y “Consolidación y ampliación de la aplicación de nuevas tecnologías a la mejora de la calidad de la docencia en asignaturas de la E.T.S.I. Minas”.

#### REFERENCIAS

Aznar Acosta, J. (2010). Moodle en la enseñanza de la Geología: iniciación práctica al manejo de una plataforma Moodle. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 18(2), 174-181.

Moya-Palomares, M.E., Centeno, J. de D., Eduardo Acaso, E. (2006). Itinerario virtual por el Macizo de Peñalara, un método complementario a las salidas de campo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 13, 329-333.

Ortiz, J.E., Torres, T., Mansilla, H. (2010). Experiencias educativas en la adaptación de la asignatura Estratigrafía de la titulación de Ingeniería Geológica de la E.T.S.I. Minas de Madrid al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). *Fundamental* 16, 205-212.

Ortiz, J.E., Torres, T., Arribas, I., Martín-Sánchez D. (2011a). Aplicación de las nuevas tecnologías a la enseñanza de la Geología en la E.T.S.I. Minas de Madrid. *Actas del I Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2011)*, pp 287-291. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Ortiz, J.E., Torres, T., Arribas, I., Martín-Sánchez, D. (2011b). Aplicación de las nuevas tecnologías a la enseñanza de la Geología. *Arbor* 187 (extra 3), 171-173.

Ortiz, J.E., Espí, J.A., Torres, T., Martín-Sánchez, D., Arribas, I., Rodríguez, E. (2012a). El aprendizaje de Geología en la E.T.S.I. Minas de Madrid mediante enseñanza virtual. *Actas del III Congreso Iberoamericano sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2012), Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual*, pp 501-508. Alcalá de Henares: Universidad Alcalá de Henares.

Ortiz, J.E., Torres, T., Martín-Sánchez, D., Arribas, I. (2012b). Mejora de la enseñanza de la Geología mediante e-learning. *VII Jornada de Innovación Pedagógica del Proyecto ADA-Madrid*, 1-8. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Rodríguez Sánchez, E., Pérez Macías, D., Espí Rodríguez, J.A. (2011). Aprendizaje de geología estructural y geomorfología con Google Earth. Diseño de una Guía Visual Interactiva. *Actas del I Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2011)*, pp 588-591. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Sáenz, O, Mas, J. (1979). *Tecnología educativa. Manual de medios audiovisuales*. Madrid: Ed. Edelvives.