

AYUDA VIRTUAL AL APRENDIZAJE DE GEOLOGÍA EN LA E.T.S.I. MINAS Y ENERGÍA DE MADRID

José EUGENIO ORTIZ

E.T.S.I. Minas y Energía,
Universidad Politécnica de Madrid
joseeugenio.ortiz@upm.es

Trinidad DE TORRES

E.T.S.I. Minas y Energía,
Universidad Politécnica de Madrid
trinidad.torres@upm.es

Resumen:

El aprendizaje de la Geología requiere de una habilidad que se consigue principalmente con la práctica en la Naturaleza, siendo más efectiva cuando los conocimientos se intentan transmitir a otra persona. En este trabajo se muestran los resultados obtenidos tras introducir cambios en asignaturas relacionadas con la Geología empleando nuevas tecnologías, que han supuesto la mejora del aprendizaje combinando el trabajo práctico personal del estudiante con la realización de vídeos en el medio físico en los que explican los aspectos geológicos visibles a diferentes escalas. Asimismo, se han elaborado fichas de “rutas geológicas”, acompañadas por estos vídeos en las que se señalan los aspectos geológicos más importantes. Los vídeos se han subido a las plataformas “moodle”, “facebook” y canal “youtube” donde las personas interesadas pueden consultarlos. Las guías se encuentran en la plataforma “moodle”. Los estudiantes manifestaron su satisfacción por esta actividad ya que, además de adquirir conocimientos geológicos, adquirieron la seguridad de expresarse en público con un lenguaje técnico. Ello supuso una mejora en las calificaciones y un incremento de la motivación. Por otro lado, los estudiantes 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.

Palabras clave: innovación educativa, mejora del proceso de aprendizaje, nuevas tecnologías (TIC), Geología.



VIRTUAL HELP TO THE LEARNING OF GEOLOGY IN THE MADRID SCHOOL OF MINES AND ENERGY

Abstract:

Learning Geology requires a skill that is primarily achieved with practice in nature, being more effective when one tries to transmit knowledge to others. Here, we show the results of an educational innovation program in courses related to Geology using new technologies (ITC) in order to increase the acquisition of geological knowledge. This program is designed mainly on the basis of individual work with video recordings in the field in which students explain geological concepts at various scales. These videos have been uploaded to the “moodle”, “facebook” and “youtube” channel, where people can view them. We also elaborated "Geological routes," which are accompanied by these videos indicating the most important geological aspects that can be observed, that were uploaded to “moodle” platform. The realization of these videos has been warmly welcomed by students, and they show increased motivation, accompanied by an improvement in grades. They also gained confidence in public speaking using technical language. Also, students can make itineraries of geological interest without having to be accompanied by a professor, deeping into the most interesting topics.

Key words: educational innovation, improvement of learning process, new technologies (ITC), Geology.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque el aprendizaje se puede realizar siguiendo vías diversas, la forma más eficaz tiene lugar cuando se realiza de forma práctica. De hecho, el porcentaje de datos retenidos por los estudiantes (90%) es mayor cuando se basa en “lo que se dice, se ve y luego se realiza” frente a si el estudiante “ve y escucha” (50%) o si solamente escucha lo que comunica el docente (20%) (Sáenz; Mas, 1979). Más aún, el estudiante realiza un aprendizaje más efectivo y consolida mejor los conocimientos cuando la metodología empleada es participativa, siendo más que un mero receptor pasivo de las enseñanzas impartidas por el docente (Adam, 1987; Machemer; Crawford, 2007), y cuando es capaz de transmitir los conocimientos a un compañero. En este sentido hay que considerar que los estudiantes muchas veces prestan más atención a sus propios compañeros que al docente.

Existen también otros factores a tener en cuenta como la evaluación, considerada un medio para facilitar el aprendizaje (Bloom; Madaus; Hastings, 1981; Wilson; Scalise, 2006) y no solamente para determinar el grado de conocimiento del estudiante. Asimismo, la didáctica, organización, sociología, psicología del aprendizaje, y las nuevas tecnologías (Escudero, 1995) son aspectos a tener en cuenta.

En este sentido, en los últimos años se ha producido un gran desarrollo de las nuevas tecnologías de la información (TIC) y métodos virtuales a distancia, que los estudiantes tienen gran facilidad para manejar.

De esta manera se decidió combinar la enseñanza práctica de la Geología con el uso de las nuevas tecnologías para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. Por tanto, se consideró fundamental emplear la metodología denominada “aprender haciendo” (“learning by doing”), combinándola con las nuevas tecnologías de la información.

En las asignaturas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros (E.T.S.I.) Minas y Energía de contenido geológico ya se venían empleando medios de apoyo actualizados basados en las nuevas tecnologías y una metodología que fomentaba la práctica (Ortiz; Torres; Mansilla, 2010; Ortiz; Torres; Arribas; Martín-Sánchez, 2011a, 2011b; Ortiz; Espí; Torres; Martín-Sánchez; Arribas; Rodríguez, 2012). Como novedad, se ha propuesto a los estudiantes, como parte de la evaluación, la elaboración de material docente consistente en la realización de vídeos explicativos de la materia que después se subieron a diversas plataformas para consulta general (*moodle, facebook, youtube*). De esta manera el estudiante además cambia al rol de docente, al tener que explicar los contenidos.

Así, los objetivos principales que se pretendían alcanzar fueron mejorar la eficiencia en los procesos de adquisición del aprendizaje por parte de los estudiantes, con especial atención a la incorporación de metodologías activas, así como aprovechar las nuevas



oportunidades que ofrecen las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC) para enriquecer los procesos formativos y de gestión docente.

Aprovechando la realización de los vídeos, otra de las actividades fue la elaboración de fichas sobre “rutas geológicas” en las que se señalan los aspectos geológicos más importantes que se pueden observar y en las que el estudiante está acompañado virtualmente por docentes. Estas fichas están disponibles en la página *moodle* de las asignaturas. El objetivo es que el estudiante pueda consultar los aspectos más importantes sin necesidad de tener la presencia del docente, y pudiendo incidir en los aspectos más importantes de una zona empleando teléfonos móviles con acceso a internet o *tablets*. Asimismo, los estudiantes que lo deseen pueden realizar itinerarios de interés geológico en su tiempo libre profundizando en los temas que más les interesen.

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, 2011 y 2012: “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” y “Desarrollo de repositorios de prácticas, recursos docentes y sistemas de autoevaluación para facilitar el aprendizaje en asignaturas de la E.T.S.I. Minas”, y “Desarrollo de repositorios de prácticas, recursos docentes y sistemas de autoevaluación para facilitar el aprendizaje en asignaturas de la E.T.S.I. Minas”.

2. METODOLOGÍA

2.1. Vídeos de contenido geológico

Los vídeos se grabaron con cámaras digitales, aprovechando salidas de campo relacionadas con prácticas docentes. De hecho, el aprendizaje de Geología requiere de una habilidad que fundamentalmente se consigue con la práctica en el medio-ambiente. Esta metodología se ha aplicado en tres asignaturas:

- “Estratigrafía y Geomorfología”, 3º Grado en Ingeniería Geológica, obligatoria, 4,5 créditos ECTS. 8 alumnos.
- “Prácticas Geológicas”, 3º Ingeniería Geológica, obligatoria, 9 créditos. 14 alumnos.
- “Estratigrafía, Sedimentología y Análisis de Cuencas”, 4º Ingeniería de Minas, optativa, 6 créditos. 12 alumnos.

Los vídeos se encuentran ubicados en la plataforma tele-enseñanza *moodle* de cada asignatura. Se eligió esta plataforma dadas sus ventajas (Aznar Acosta, 2010) y la facilidad y experiencia que ya tenían los estudiantes en su manejo. Además es la plataforma que se emplea en la Universidad Politécnica de Madrid.

Asimismo, los vídeos también se encuentran en *facebook* y el canal *youtube* de la E.T.S.I. Minas y Energía donde compañeros, estudiantes de otras Universidades y personas interesadas pueden consultarlos.

En todos los casos, los protagonistas son los estudiantes (oscilando entre 8 y 14) de estas asignaturas, que debían realizarlos de forma obligatoria para superar la asignatura, aunque no tenían peso en la evaluación final. No obstante, según el número de entradas (*youtube*) o de comentarios e indicaciones de “me gusta” (*facebook*) en los vídeos podían suponer una cierta mejora de la nota.

En los vídeos los estudiantes comentan y explican aspectos geológicos observables a diferentes escalas en las diversas zonas de estudio, así como su génesis, siempre empleando un lenguaje científico y técnico adecuado (Fig. 1).

Los vídeos se rodaron de forma individual o por parejas e inicialmente se solicitaron voluntarios para realizar los primeros rodajes. En todos los casos los estudiantes realizaron previamente un estudio, analizando las características y llegando a conclusiones correctas, en su caso matizadas por el docente. Así, hay vídeos en los que los estudiantes explicaron la génesis de rocas ígneas plutónicas (cristalización de un magma en profundidad), cómo se reconoce la actividad de un sistema lacustre de hace 30 millones de años, el empleo de la brújula para medir la dirección y buzamiento de los estratos, o cómo se reconoce la existencia de rocas de origen marino de ambiente mareal de hace 80 millones de años.

Antes de la grabación del vídeo se hacía un seguimiento del guion que habían preparado, haciendo las sugerencias necesarias en cada caso.

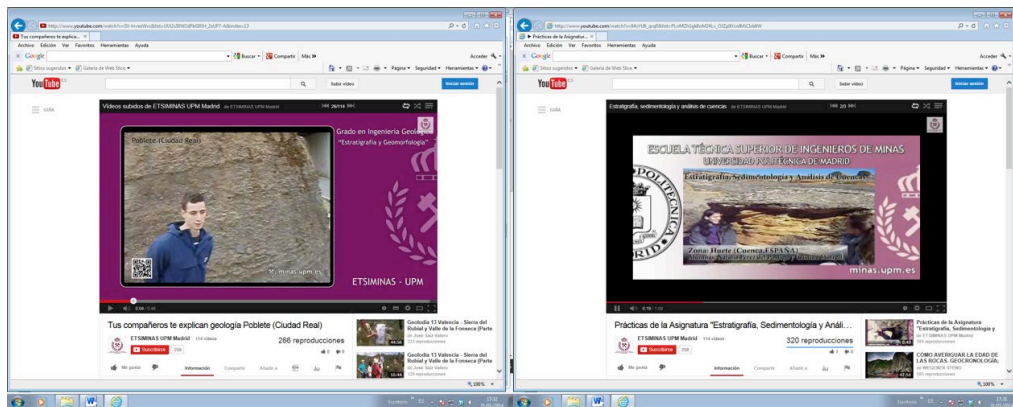


Figura 1. Detalle de fotogramas de dos vídeos grabados por estudiantes en las asignaturas “Estratigrafía y Geomorfología” (izda.) y “Estratigrafía, Sedimentología y Análisis de Cuencas” (dcha.), en los que se explican las características geológicas de una zona.

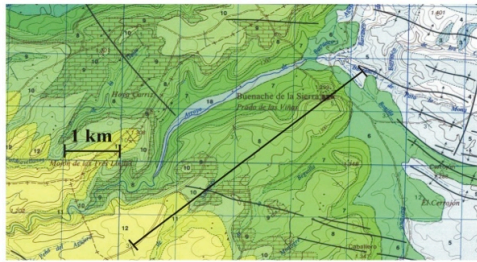


2.2. Fichas de contenido geológico

Paralelamente a la elaboración de los vídeos, se realizaron fichas de itinerarios geológicos (Fig. 2) que se encuentran ubicadas en la plataforma tele-enseñanza *moodle* de cada asignatura. Para su elaboración se emplearon porciones 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 docentes así como toda información geológica obtenida a partir de estudios llevados a cabo por los autores de las fichas. Complementariamente 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 estudiantes en el campo que recogen aspectos de estos itinerarios. Este procedimiento se aplicó en la asignatura de Prácticas Geológicas (3^{er} curso Ingeniería Geológica y 4^o curso de Ingeniería de Minas) desarrolladas durante el curso 2011/2012, habiendo obtenido buenos resultados. Dentro de cada ficha existe un enlace a los vídeos.

Serie estratigráfica de Buenache de la Sierra



Mapa geológico de la zona con la posición de la serie

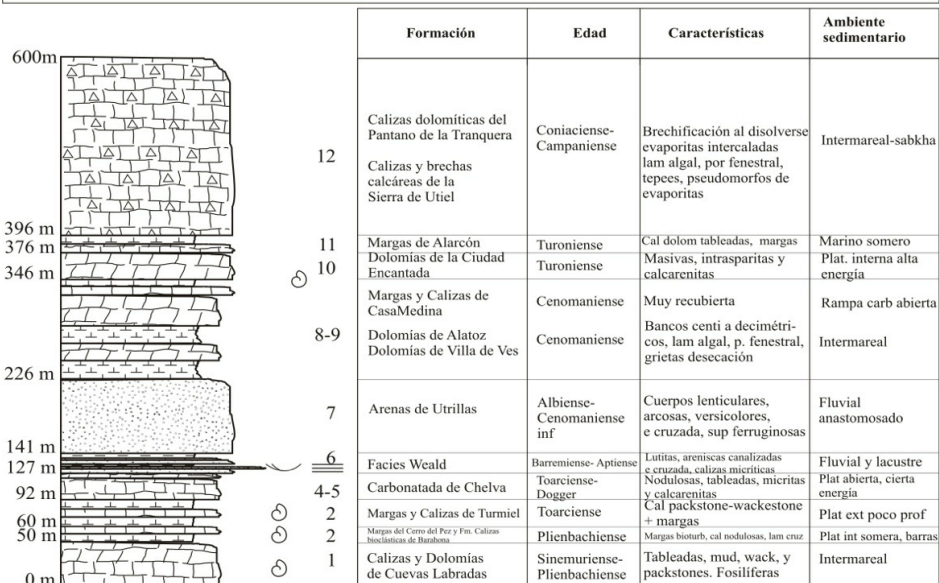


Detalle de la serie monoclinical

Se trata de una serie monoclinical 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 disconformidad 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*: [Buenache.kmz](#)

Videos explicativos: http://www.youtube.com/playlist?list=PL54C95B7BDC5C82CA&feature=mh_lolz



Cuestiones de interés

Rutas de senderismo y bicicleta de montaña. Diversas especies vegetales como tomillo, manzanilla, espliego, morquera, gamón, y recolección de miel. En las proximidades se encuentra la Ciudad Encantada de Cuenca, la laguna de Uña y el Salto del diablo

Figura 2. Ejemplo de ficha de ruta geológica por la zona de Buenache de la Sierra (Cuenca).



3. RESULTADOS

Con esta nueva metodología de enseñanza y aprendizaje que se ha aplicado en tres asignaturas, se han obtenido buenos resultados. Los vídeos se pueden consultar en los siguientes enlaces abiertos al público en general.

Para la asignatura de Prácticas de Geología hay un conjunto de vídeos en el siguiente enlace:

<http://www.youtube.com/playlist?list=PL54C95B7BDC5C82CA&feature=mh_lolz>.

Para la asignatura de Estratigrafía, Sedimentología y Análisis de Cuencas:

<<http://www.youtube.com/watch?v=JlxmMNQt2to&feature=youtu.be>>.

<<http://www.youtube.com/watch?v=E4ZBFVdR0mA>>.

<http://www.youtube.com/watch?v=E4ZBFVdR0mA&list=PLnMZhSgk8oM24Lv_OJZp9XcnIMiCIxb8W>.

Para la asignatura de Estratigrafía y Geomorfología:

<http://www.youtube.com/watch?v=CM3_7nKWAGc&list=UUi2s50W2dFbGIGH_2eUF7-A&index=14>.

<http://www.youtube.com/watch?v=DJ-lnveeWvs&list=UUi2s50W2dFbGIGH_2eUF7-A&index=13>.

Aunque la realización de los vídeos y fichas comenzó hace poco tiempo, por lo que no son muy numerosos, ya se ha podido observar una mayor motivación del alumnado. De hecho, los estudiantes los valoraron muy positivamente y algunos ajenos a esta asignatura solicitaron más información para ir en su tiempo libre a las zonas donde se habían grabado.

Asimismo, en encuestas realizadas a los estudiantes, manifestaron su satisfacción por la realización de los vídeos (Tabla 1), aunque cabe mencionar que inicialmente la idea del rodaje de vídeos no resultó muy popular debido a una cierta inseguridad a la hora de transmitir unos conocimientos, no solo a su docente y compañeros (en cierto modo era un pequeño “examen oral”), 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 y Energía de Madrid. De la misma manera los estudiantes manifestaron su satisfacción por la realización de las guías geológicas (8,5 sobre 10).

Tabla 1. Grado de satisfacción (sobre 10) de los estudiantes de tres asignaturas con la realización de vídeos didácticos. PG: Prácticas Geológicas; EyG: Estratigrafía y Geomorfología; ESyAC: Estratigrafía, Sedimentología y Análisis de Cuencas.

Asignatura	PG	EyG	ESyAC
Satisfacción	8,1	9,0	8,4

En algún caso participaron estudiantes extranjeros (Alemania, Brasil, Portugal), fundamentalmente a través del programa ERAMUS, que tenían la dificultad añadida de expresarse en un idioma diferente al propio, aunque en algún caso se rodaron tanto en el idioma materno del estudiante como en español. Los estudiantes manifestaron haber adquirido, además de los conceptos geológicos que tenían que transmitir, seguridad a la hora de hablar en público con 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 estudiantes con calificación de notable y sobresaliente ha aumentado considerablemente.

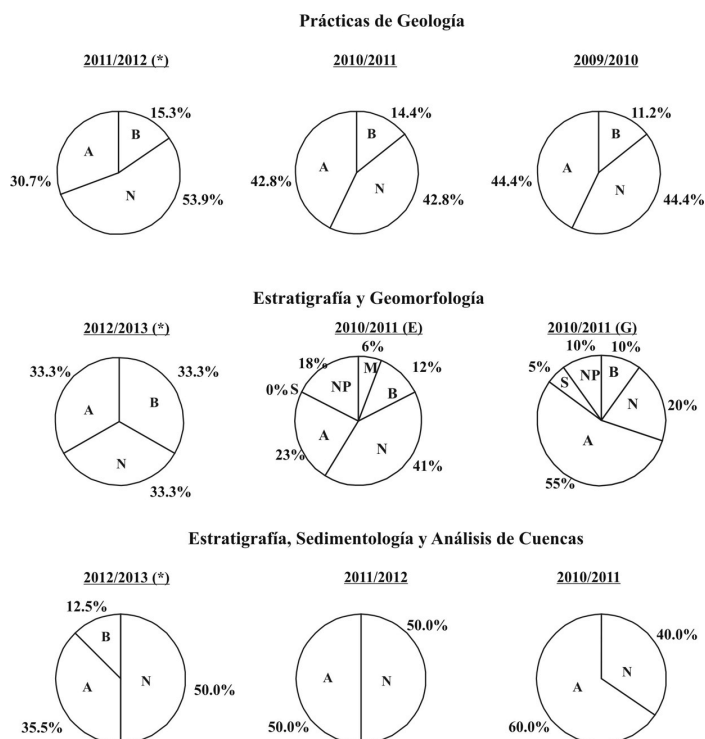




Figura 3. Estudio comparativo de las calificaciones finales obtenidas por los estudiantes en las asignaturas de Estratigrafía y Geomorfología, Prácticas de Geología y Estratigrafía, Sedimentología y Análisis de Cuencas, antes y después () de introducir la metodología de realización de vídeos. Entre paréntesis aparece el porcentaje sobre el total (NP: no presentado; S: suspenso; A: aprobado; N: notable; B: sobresaliente; M: matrícula de honor). Al ser Estratigrafía y Geomorfología (Grado I. Geológica) una asignatura de nueva creación, los resultados se comparan con la de Estratigrafía (E) y Geomorfología (G) del curso 2010/11, ambas de la titulación de I. Geológica.*

4. CONCLUSIONES

En nuestra opinión esta metodología de la realización de vídeos por parte de los estudiantes incide en dos aspectos, uno que se refleja directamente sobre el estudiante que realiza la práctica y vídeo, y otro indirecto sobre los estudiantes que utilizarán estos vídeos y fichas en su proceso de aprendizaje.

Uno de los aspectos más importantes es el fomento de la enseñanza práctica del estudiante. Para los estudiantes que realizan el vídeo, les sirve para la adquisición de conocimientos, ya que tienen que tener muy claros los conceptos para poder explicarlos de forma adecuada. Por otro lado, aumenta su motivación, ya que se ven capaces de señalar y explicar los aspectos geológicos más importantes que se pueden observar en una determinada zona sabiendo que lo van a ver sus propios compañeros (y de cursos posteriores), e, incluso personas de otras universidades, es decir, son capaces de transmitir conocimientos a otras personas (el propio estudiante hace de docente). Otro aspecto que consideramos importante es la adquisición de un lenguaje científico y técnico con el que tienen que expresarse.

Por otro lado, la disponibilidad tanto de los vídeos como de las fichas favorece la flexibilización de la organización de la enseñanza de los estudiantes ya que pueden consultarlos desde cualquier lugar y a cualquier hora, sirviendo de repaso y consulta si algún concepto no ha quedado suficientemente claro. De esta manera el estudiante puede revisar los aspectos más importantes sin necesidad de la presencia del docente. De hecho, ya en un trabajo (Moya-Palomares; Centeno; Acaso, 2006) se sugiere la elaboración de itinerarios virtuales para complementar a las salidas de campo para que los estudiantes lo puedan consultar cuando quieran sin la presencia de un docente. Asimismo, el hecho de comprobar que son sus propios compañeros los que están explicando la materia, ayuda a desmitificar la dificultad de algunas asignaturas.

Dados los buenos resultados preliminares obtenidos, se pretende generalizar la grabación de vídeos y elaboración de fichas en otras asignaturas para facilitar al estudiante el aprendizaje de Geología aunque si el número de estudiantes matriculados es elevado, resulte complicado la aplicación de esta metodología. Asimismo de cara al curso 2013/2014 se pretende plantear a los estudiantes que sean ellos los que elijan alguna zona para realizar los vídeos.

También se pretende que las fichas tengan acceso libre en internet para que el estudiante y otras personas puedan acceder a ellas no solo 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).

Actualmente se está desarrollando una aplicación para iOS, tanto *i-pad* como *i-phone*, y para el sistema Android sobre estos puntos singulares o rutas geológicas, que se espera poder aplicar el próximo curso.

5. 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, 2011 y 2012: “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” y “Desarrollo de repositorios de prácticas, recursos docentes y sistemas de autoevaluación para facilitar el aprendizaje en asignaturas de la E.T.S.I. Minas” y “Desarrollo de repositorios de prácticas, recursos docentes y sistemas de autoevaluación para facilitar el aprendizaje en asignaturas de la E.T.S.I. Minas”.

6. REFERENCIAS

Adam, F. (1987). *Andragogía y docencia universitaria*. Caracas, Venezuela: Fondo editorial de la Federación Interamericana de Educación de Adulto.

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.

Machemer, P. L. y Crawford, P. (2007). Student perceptions of active learning in a large cross-disciplinary classroom. *Active Learning in Higher Education*, 13(4), 411-421.

Ortiz, J. E., Torres, T. y 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. y Martín-Sánchez, D. (2011a). Aplicación de las nuevas tecnologías a la enseñanza de la Geología en la E.T.S.I. Minas de Madrid. En A.



Fidalgo Blanco y M. L. Sein-Echaluze Lacleta (Eds.), *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. y 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. y Rodríguez, E. (2012). El aprendizaje de Geología en la E.T.S.I. Minas de Madrid mediante enseñanza virtual. En L. Bengoechea y J. R. Hilerá (Eds.), *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.

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

Moya-Palomares, M. E., Centeno, J. de D. y 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.