

ADA-Madrid

Relada

(Revista Electrónica de ADA)

Vol. 6 (2) 2012

ISSN: 1988-5822



Mejora de la enseñanza de la Geología mediante e-learning

**José Eugenio Ortiz. Trinidad de Torres.
Domingo Martín-Sánchez. Isabel Arribas**

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

joseeugenio.ortiz@upm.es trinidad.torres@upm.es
domingoalfonso.martin@upm.es isabelkitina.arribas@upm.es

Resumen: en este trabajo se presentan nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje a través de las nuevas tecnologías en su variante virtual a distancia (e-learning) implementadas en asignaturas relacionadas con la Geología. El objetivo básico fue acercar los aspectos geológicos a los estudiantes mediante el empleo de estas tecnologías. Se ha observado una mayor motivación y adquisición de conocimientos geológicos por parte del alumnado, que se ha traducido en una mejora en las calificaciones.

Palabras clave: Geología. TIC. Moodle. Innovación educativa. Autoaprendizaje

Abstract: This paper deals with new teaching and learning approaches through the use of new technologies, mainly virtual distance learning (e-learning) in courses related to Geology. The main objective is to bring the geological aspects of Nature to students using these technologies. These new approaches have produced an increase in student motivation and acquisition of geological knowledge, accompanied by an improvement in their grades.

Keywords: Geology. ITC. Moodle. Educational innovation. Self-learning

INTRODUCCIÓN

La transformación a la que se han visto abocados los planes de estudio universitarios con los nuevos títulos de grado y máster, ha supuesto que las titulaciones anteriores al Real Decreto 1393/2007 se vayan extinguiendo de forma progresiva. En este proceso de extinción, se dejará de impartir docencia aunque se mantendrán convocatorias de exámenes durante un número de años determinado. Con el fin de mitigar las consecuencias del cese progresivo de la docencia, lo que aboca al alumno a estudiar por sí mismo una materia que previamente no han superado o a la que no se ha presentado, con las dificultades que ello supone, se desarrollaron actividades por la red (e-learning) para facilitar el autoestudio y la autoevaluación (en definitiva, el aprendizaje) de estos estudiantes en asignaturas relacionadas con la Geología de la E.T.S.I. Minas de Madrid.

Por otro lado, más allá del cambio de metodología que supone la adaptación de las titulaciones al Espacio Europeo de Educación Superior, que

lleva aparejado una transformación de las actividades docentes, tanto de las que se realizan en el aula (teoría y práctica), como fuera de ella, se planteó el uso de técnicas de e-learning para desarrollar nuevas estrategias didácticas tanto en las nuevas asignaturas de los grados, como en las que todavía se siguen impartiendo de las titulaciones en proceso de extinción. En cualquier caso, las asignaturas de base geológica impartidas en las titulaciones de la E.T.S.I. Minas de Madrid tienen un número significativo de salidas al campo para que el alumno pueda asimilar mejor los conceptos teóricos. Sin embargo, sería deseable realizar un mayor número de prácticas en campo, aunque debido a las limitaciones presupuestarias y, sobre todo, a la limitación temporal de los créditos, no es posible. Ante estas circunstancias, el objetivo básico fue el acercar el medio físico al alumno a través de las nuevas tecnologías en red.

Asimismo, en todos los casos, entre los objetivos principales que se pretendía obtener de aplicar las técnicas de e-learning se encuentran lograr una mayor motivación del alumnado y, fundamentalmente, la mejora del aprendizaje y una mayor y mejor adquisición de los conocimientos relacionados con aspectos geológicos.

En este trabajo se describirán los cambios metodológicos introducidos en asignaturas de temática geológica, relacionados con el e-learning y los resultados obtenidos, así como la influencia que han tenido en la evaluación. Para ello se desarrollaron los proyectos “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” amparado por las convocatorias de Innovación Educativa de la UPM.

DESARROLLO

Los profesores involucrados en la enseñanza de algunas asignaturas relacionadas con la Geología en la E.T.S.I. Minas hemos introducido diversos cambios que afectan fundamentalmente a la metodología de enseñanza y sistema de evaluación para mejorar la transmisión del conocimiento. Dentro de dichos cambios, la mayor parte están relacionados con el e-learning.

Los principios metodológicos (procedimientos y estrategias empleados para ayudar al alumno en la construcción de su pensamiento) tienen como objetivo “enseñar a aprender”, y que se basan principalmente en el trabajo personal del alumno. En este sentido, y tomando como base estudios sobre la forma en que se realiza el aprendizaje y del porcentaje de datos retenidos por los estudiantes (fundamentalmente lo que se dice, se ve y luego *se realiza*) (Sáenz y Mas, 1979), se decidió fomentar la enseñanza práctica, dándole un mayor peso, tanto en el desarrollo de las clases presenciales, como ejercicios propuestos obligatorios y en la evaluación. Una de las novedades más importantes está relacionada con el uso de nuevas herramientas tecnológicas, tales como el empleo de la plataforma tele-enseñanza *moodle* (module object-oriented dynamic learning environment) en la enseñanza.

Aunque el empleo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) es ampliamente conocido, existen pocos trabajos sobre la aplicación de las mismas a enseñanza de la Geología, aunque González et al. (2006) ya

apuntaban el uso potencial de la plataforma *moodle*, pero sin haberla aplicado a ninguna asignatura. Morcillo et al. (2006) exponen las características principales de un laboratorio virtual y su aplicación en el contexto de un curso mixto presencial–virtual, aunque referido a una temática muy concreta: los terremotos. Asimismo, Maroto et al. (2008) desarrollaron una *WebQuest* como estrategia metodológica para la realización de una ruta por La Pedriza (Madrid) con buenos resultados, aunque muy básico ya que estaba destinado a alumnos de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO). En el marco del proyecto Biosfera (programa de la Escuela 2.0 del Ministerio de Educación), Aznar Acosta (2010) desarrolla una asignatura de Geología y Biología, separando unidades didácticas con enlaces a páginas expositivas y actividades de evaluación destinada a alumnos de ESO y Bachillerato. A nivel universitario, los buenos resultados obtenidos en la asignatura de Estratigrafía de la titulación de Ingeniería Geológica de la E.T.S.I. Minas de Madrid después de modificar aspectos metodológicos, algunos relacionados con la enseñanza a través de *moodle* (Ortiz et al., 2010), han servido como base para los cambios introducidos en las asignaturas objeto de este trabajo, cuya relación es la siguiente:

- Titulación de Ingeniería de Minas (Plan 1996)
 - ✓ “Geología” 1^{er} curso, obligatoria, 9 créditos.
- Titulación de Ingeniería Geológica (Plan 2000)
 - ✓ “Geología General”, 1^{er} curso, obligatoria, 6 créditos.
 - ✓ “Estratigrafía y Paleontología”, 2º curso, obligatoria, 6 créditos.
 - ✓ “Geomorfología”, 2º curso, obligatoria, 6 créditos.
- Grado en Tecnologías Mineras (Plan 2010)
 - ✓ “Geología”, 2º curso, obligatoria, 6 créditos ECTS.

Por un lado se dividió cada una de las asignaturas en bloques y se introdujeron tutoriales para el autoestudio, textos y presentaciones en cada plataforma *moodle* para ayudar a la comprensión de la materia. En algunos casos también se puso a disposición de los alumnos vídeos explicativos sobre procesos geológicos, como por ejemplo la formación de un paisaje kárstico (Geomorfología), la dinámica de una corriente de turbidez (Estratigrafía y Paleontología) y otros no tan visibles, ya que ocurren en el interior de la Tierra, como la dinámica de los procesos de subducción o de las corrientes convectivas del Manto (Geología). Asimismo, se añadieron enlaces a algunas páginas web en las que se podía ampliar el temario u observar esquemas complementarios.

La novedad más significativa consistió en elaborar ejercicios y cuestionarios en la plataforma *moodle* con preguntas de opción múltiple sobre la materia impartida cada semana (Fig. 1). Parte de estas preguntas eran teóricas pero lo más novedoso fueron las preguntas sobre imágenes con formas y estructuras geológicas (Fig. 2), para lo que se elaboró una amplia base de imágenes geológicas catalogadas por temática que también se utilizaron en clases presenciales (Ortiz et al., 2011). También hubo preguntas con respuesta abierta sobre esquemas y cortes geológicos (Fig. 3).

Algunos de estos cuestionarios eran de auto-evaluación, sirviéndole al alumno para una primera toma de contacto previa a la evaluación, mientras que otros contribuían a la nota final. En ocasiones, solamente había una solución, mientras que en otras podía haber respuestas múltiples. En los cuestionarios de auto-evaluación el alumno, además de obtener la nota global cuando cerraba el

cuestionario, podía consultar las respuestas correctas y así comprobar los aciertos y errores cometidos. Posteriormente, en todos los casos el alumno podía plantear dudas de forma individual o en grupo asistiendo a las tutorías.

En un paisaje desértico (basin and range) ¿cómo se denominan los depósitos de las acumulaciones agua efímera que se forman en la zona central de la cuenca cuando se producen precipitaciones abundantes?

- a. Inselberg
- b. lago=palya
- c. playa
- d. bajada

¿Qué tipo de textura ígnea indica un enfriamiento en dos etapas?

- a. pegmatítica
- b. porfídica
- c. vítrea
- d. piroclástica
- e. afanítica
- f. fanerítica

¿Cómo se denomina el depósito constituido por derrubios estratificados con forma de colina cónica?

- a. esker
- b. roca aborregada
- c. kame
- d. kettle
- e. Drumlin

¿Cuál es la serie discontinua de cristalización de Bowen?

- a. olivino-piroxeno-anfibol-biotita
- b. olivino-piroxeno-anfibol-moscovita
- c. plagioclasa cálcica-Plagioclasa sódica
- d. Feldespato-moscovita-cuarzo

¿En qué zona del interior de la Tierra se transmite el calor por convección?

- a. núcleo interno
- b. manto
- c. litosfera
- d. Corteza

¿Qué factores determinan la velocidad de la corriente?

- a. tamaño del cauce
- b. forma del cauce
- c. gradiente del cauce
- d. todas las afirmaciones son correctas

Figura 1. Ejemplos de preguntas sobre cuestiones teóricas y respuestas (se indica la correcta) desarrolladas como ejercicio de autoevaluación en la plataforma moodle.

Cabe mencionar que, aunque los ejercicios de autoevaluación no contribuían a la nota final, eran de carácter obligatorio. Esto estuvo motivado porque se comprobó en años anteriores que, aunque se proponían ejercicios, trabajos y exámenes parciales voluntarios, cuya realización suponía un incremento de la nota final y nunca valorándose de forma negativa, había alumnos que no los realizaban y otros que los resolvían pero sin haber realizado un estudio previo (Ortiz et al., 2010). En nuestra opinión esto ha sido un aspecto clave por un lado, para la motivación del alumnado, que muchas veces aunque se sentía atraído e interesado por la asignatura, no realizaba los ejercicios propuestos por falta de iniciativa personal dejando el estudio de la materia explicada para pocos días antes del examen final o por dedicación a otras asignaturas.

En nuestra opinión existen numerosos argumentos favorables para la utilización de *moodle*: por un lado el alumno tiene conocimiento de forma rápida de su calificación y de los fallos que ha cometido, mejorando así su proceso de aprendizaje, y, por otro, descarga al docente de tareas de corrección mecánica, permitiendo usar ese tiempo en la creación de contenidos y actividades.

Asimismo, el empleo de *moodle* en la enseñanza de la Geología permite incluir un gran número de imágenes reales con los que enseñar a los alumnos la realidad geológica (ambientes geológicos, estructuras, pliegues, rocas, etc.). De esta manera el alumno comprende mejor la materia explicada, ya que no se

tiene que limitar a entender una serie de conceptos teóricos sino que, además, tiene que aplicar los conocimientos para resolver casos reales: reconocimiento de formas y estructuras en fotos reales, y relacionarlas con los procesos que las originan.



¿Qué tipo de estructura geológica se observa en la imagen?

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Anticlinal simétrico | <input type="checkbox"/> Pliegue recumbente o acostado |
| <input type="checkbox"/> Anticlinal asimétrico | <input type="checkbox"/> Monoclinal |
| <input type="checkbox"/> Sinclinal simétrico | <input type="checkbox"/> Falla normal |
| <input type="checkbox"/> Sinclinal asimétrico | <input type="checkbox"/> Falla inversa |
| <input type="checkbox"/> Anticlinal volcado | <input type="checkbox"/> Falla transformante |
| <input type="checkbox"/> Sinclinal volcado | |



¿Qué tipo de forma/s glaciares se observa/n en la imagen?

- | | | | |
|---|--|--|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Roca aborregada | <input type="checkbox"/> Morrena terminal | <input type="checkbox"/> Esker | <input type="checkbox"/> Tarn |
| <input type="checkbox"/> Errático glaciar | <input type="checkbox"/> Lagos en rosario | <input type="checkbox"/> Kame | <input type="checkbox"/> Drumlin |
| <input checked="" type="checkbox"/> Morrena central | <input type="checkbox"/> Terraza kame | <input type="checkbox"/> Kettle | <input type="checkbox"/> Fiordo |
| <input checked="" type="checkbox"/> Morrena lateral | <input checked="" type="checkbox"/> Espolón truncado | <input checked="" type="checkbox"/> Horn | |
| <input type="checkbox"/> Morrena de fondo | <input checked="" type="checkbox"/> Arista | | |



¿Qué tipo de estructura/s sedimentaria/s se observa/n en la imagen?

- | | | |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> E. cruzada en surco | <input type="checkbox"/> Grietas de desecación | <input type="checkbox"/> Laminación paralela |
| <input type="checkbox"/> E. cruzada planar | <input type="checkbox"/> Dish and pillar | <input type="checkbox"/> Acanaladuras |
| <input checked="" type="checkbox"/> E. sigmoidal | <input type="checkbox"/> Estruc. almohadilladas | <input type="checkbox"/> Estromatolito |
| <input type="checkbox"/> Ripples | <input type="checkbox"/> E. Flaser | <input type="checkbox"/> Oncolito |
| <input type="checkbox"/> Canal | <input type="checkbox"/> E. Herring-bone | <input type="checkbox"/> Bioturbación |
| <input type="checkbox"/> Slump | <input type="checkbox"/> E. Contorsionada | <input type="checkbox"/> E. Convoluta |
| <input type="checkbox"/> Huellas de objetos | <input type="checkbox"/> Huellas de obstáculos | |



¿Qué tipo de proceso gravitacional se observa en la imagen?

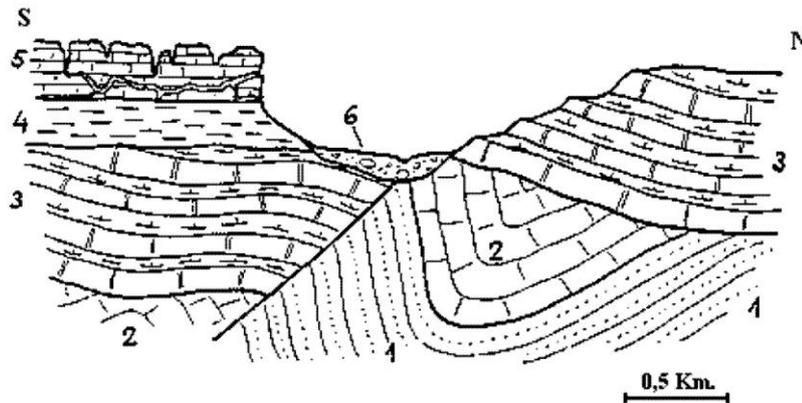
- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Desprendimiento | <input type="checkbox"/> Deslizamiento | <input type="checkbox"/> Desplome |
| <input type="checkbox"/> Flujo de tierras | <input type="checkbox"/> Flujo de derrubios | <input type="checkbox"/> Flujo de derrubios |
| <input type="checkbox"/> Reptación | <input checked="" type="checkbox"/> Solifluxión | <input type="checkbox"/> |

Figura 2. Ejemplos de preguntas sobre aspectos geológicos y sus posibles respuestas (se indica la correcta) desarrolladas como ejercicio de autoevaluación en la plataforma moodle en asignaturas de Geología.

RESULTADOS

Además de observar una mayor motivación del alumnado (incluso, en algunas asignaturas llegaron a solicitar la realización de más cuestionarios de auto-evaluación en la plataforma moodle), también se han tenido mejores

resultados en las calificaciones, lo que indica una mejoría en la adquisición del conocimiento.



1 . Areniscas cretácicas; 2. Calizas con Hippurites; 3. Alternancia de calizas y margas con Nummulites; 4. Arcilla con Quercus; 5. Calizas lacustres con conductos de disolución; 6. Gravas y arenas.

En el esquema de la figura indica:

- a) la secuencia de acontecimientos geológicos;
- b) la edad y nombre de la/s deformación/es;
- c) Tipo de falla y esfuerzos que la generaron

Figura 3. Corte geológico incluido ejercicio de evaluación en la plataforma moodle de la asignatura Estratigrafía y Paleontología.

Cabe mencionar que, además del sistema de tele-enseñanza introducido en las asignaturas, hubo otros cambios en la metodología y sistema de evaluación y, por tanto, la mejora en las calificaciones no se debe en exclusiva al e-learning aunque, en nuestra opinión, sí en proporción importante.

Las encuestas realizadas a los alumnos para que evaluaran las nuevas metodologías empleadas, revelaron un alto grado de satisfacción con los cuestionarios de autoevaluación y evaluación en la plataforma moodle empleando imágenes con aspectos geológicos. Asimismo, valoraron muy positivamente la realización de estos ejercicios ya que indicaron que les había servido para la adquisición de conocimientos y mejorar la comprensión de la asignatura (Tabla 1), llegándose a tener una media de 9 sobre 10 en la asignatura de Geomorfología, a pesar de que según su criterio las preguntas no habían sido fáciles, aunque tampoco excesivamente complicadas (media de 5.7 sobre 10 en Geología y de 5 en Geología).

Geología		Estratigrafía y Paleontología		Geomorfología	
Satisfacción	Dificultad preguntas	Satisfacción	Dificultad preguntas	Satisfacción	Dificultad preguntas
6.8	5.8	8.8	5.2	9.0	5.0

Tabla 1. Valoración media (escala de 0 a 10) de los cuestionarios de moodle en diferentes asignaturas por parte de los alumnos.

No obstante, el mejor sistema para determinar el éxito o fracaso de los cambios introducidos se obtiene a partir de los resultados de la evaluación de

los alumnos al final del curso con los obtenidos en la misma asignatura pero en cursos anteriores. Sirvan como ejemplos el de las asignaturas “Estratigrafía y Paleontología” y “Geomorfología”, de un plan a extinguir, así como de Geología (comparando los resultados de la titulación a extinguir –cursos 2008/09 y 2009/10) y de la nueva titulación de Grado).

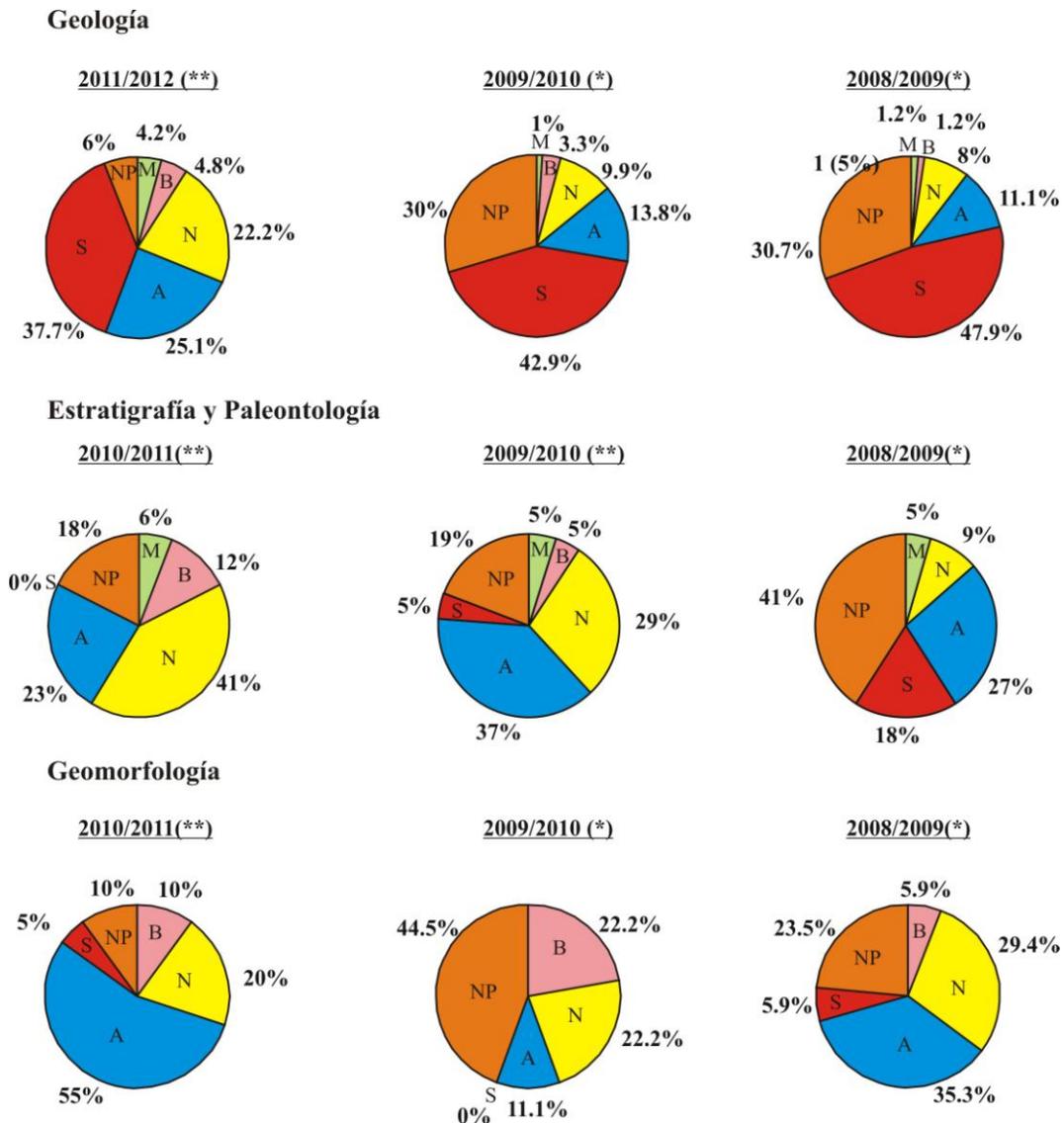


Figura 4. Estudio comparativo de las calificaciones finales obtenidas por los alumnos en la convocatoria de junio en diversas asignaturas antes (*) y después () de introducir el sistema de e-learning. Entre paréntesis aparece el porcentaje sobre el total (NP: no presentado, S: suspenso; A: aprobado; N: notable; B: sobresaliente; M: matrícula honor).**

Como se observa en la Fig. 3 el porcentaje de alumnos aprobados después de introducir el e-learning ha aumentado considerablemente, destacando el gran incremento de los que tienen una calificación de notable, sobresaliente y matrícula de honor. Quizá lo más significativo de los cambios introducidos es la reducción del número de alumnos que abandonaban la asignatura (los “no presentados”), que han resultado favorecidos con el sistema

de la obligatoriedad de asistencia y la evaluación práctica. En nuestra opinión, ello se debía a una mala autoprogramación, con una carga importante de asignaturas pendientes, o como consecuencia de considerar a la asignatura de Geología como sencilla en el marco de una titulación dominada por asignaturas técnicas y, por tanto, muchos alumnos se preparaban la asignatura de cara al examen final, a pesar de que se les proponían ejercicios y actividades voluntarias y que les podía suponer un incremento de la nota.

CONCLUSIONES

El empleo de enseñanza a través de la plataforma *moodle*, especialmente utilizando cuestionarios de autoevaluación y evaluación sobre aspectos teóricos y, fundamentalmente, empleando imágenes geológicas ha facilitado el aprendizaje de la Geología y ha favorecido la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos, evidencia que se ha visto reflejada en los resultados de su evaluación. La nueva estrategia metodológica ha supuesto una las siguientes mejoras: en los siguientes aspectos:

- Incremento de la motivación del alumno, a partir del acercamiento de los aspectos geológicos que se observan en el medio físico, y estableciendo conexiones entre la enseñanza y el medio físico.
- Personalización de la adquisición de conocimientos y flexibilización de la organización de la enseñanza.
- Control del proceso de aprendizaje mediante autoevaluación y evaluación continua.

Cabe destacar que aunque lo que se ha presentado en este trabajo está aplicado a asignaturas de temática geológica impartidas en la E.T.S.I. Minas de Madrid, se puede aplicar a asignaturas similares en de otras Titulaciones de Geología e, incluso, a otras asignaturas de diferente temática.

BIBLIOGRAFÍA

- 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: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra 18, 2, pp. 174-181.
- González, M., Verd Crespí, J. y Verd Barreno, J. (2006). Moodle, una nueva herramienta para la enseñanza de la Geología. Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra 14, 1, pp. 54-61.
- Maroto, R.M., Morcillo, J.G. y Villacorta, J.A. (2008). Prácticas de campo y TIC: una webquest como actividad preparatoria de un itinerario en La Pedriza (Madrid). Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza 16, 2, pp. 178-184.

- Morcillo, J.G., García García, E., López García, M. y Mejías Tirado, N.E. (2006). Los laboratorios virtuales en la enseñanza de las Ciencias: los terremotos. Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza 14, 2, pp. 150-156.
- 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, pp. 205-212.
- Ortiz, J.E., Torres, T., Arribas, I y Martín-Sánchez, D. (2011). Aplicación de las nuevas tecnologías a la enseñanza de la Geología en la E.T.S.I. Minas de Madrid. Libro de Actas del I Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, pp. 287-291.
- Sáenz, O. y Mas, J. (1979). Tecnología educativa. Manual de medios audiovisuales. Edelvives, Madrid.

Recibido: 17 febrero 2012.
Aceptado: 16 marzo 2012.