



POLITÉCNICA

Innovación educativa en la enseñanza de la geología mediante nuevas tecnologías

Educational innovation in the teaching of Geology using new technologies

José Eugenio Ortiz¹, Yolanda Sánchez-Palencia¹, Trinidad Torres¹

¹ Departamento de Ingeniería Geológica y Minera, E.T.S.I. Minas y Energía de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. C/Ríos Rosas 21, 28003 Madrid, España. Tlfno. 913366970

*Autor de correspondencia: joseeugenio.ortiz@upm.es, 913366970

Recibido: 10/12/2017 | Aceptado: 03/02/2018 | Fecha de publicación: 30/04/2018
DOI:10.20868/abe.2018.1.3696

TITULARES

- Se acercó el Medio Geológico al alumno a través de las nuevas tecnologías
- Los alumnos realizaron cuestionarios Moodle con imágenes y vídeos en los que explicaron los aspectos geológicos.
- Aumentó la motivación y adquisición de conocimientos geológicos

HIGHLIGHTS

- We brought the geological aspects of Nature to students using new technologies
- Students performed tests with pictures in Moodle, and videos in which they explained geology
- Motivation and acquisition of geological knowledge increased

RESUMEN

Una de las maneras más útiles favorecer el aprendizaje se produce cuando se realiza visualmente y, más aún, de forma práctica. En asignaturas de ámbito geológico son especialmente importantes las salidas al campo para la comprensión de la materia. Sin embargo, dadas las limitaciones presupuestarias de los centros y temporales de los programas de las asignaturas, el número de prácticas de campo no son las que serían deseables. Para paliar estas circunstancias, se decidió acercar el Medio Geológico al alumno a través de las nuevas tecnologías. Para ello en diversas asignaturas de la E.T.S.I. Minas y Energía de Madrid se desarrollaron diversas técnicas de enseñanza y aprendizaje individuales y grupales empleando imágenes geológicas. Así, en este trabajo se presentan los cambios en la metodología de enseñanza con el objeto de mejorar el aprendizaje basado en el trabajo práctico personal del alumno. Para ello se elaboró, entre otras cosas, una amplia base de imágenes geológicas catalogadas por temática para utilizar tanto en las clases presenciales (teóricas y prácticas) y en cuestionarios de evaluación en la plataforma moodle. En las clases se introdujeron diversas técnicas de enseñanza para trabajar sobre las imágenes. En este caso, el alumno tenía que explicar al resto de componentes la estructura geológica que aparecía en diapositiva, estando sometido a sus preguntas y a posibles correcciones. Asimismo, los alumnos realizaron vídeos en los que explican los aspectos geológicos. De esta manera se pretendía que el alumno adquiriera conocimientos geológicos y el hábito de expresarse en público con un lenguaje técnico. Se ha observado una mayor motivación y adquisición de conocimientos geológicos por parte del alumnado. Todo ello ha llevado aparejado una mejora en las calificaciones en las asignaturas en las que se ha aplicado, reduciéndose el número de suspensos de forma significativa y aumentando las calificaciones más altas.

Palabras clave: *Innovación educativa; Nuevas tecnologías (TIC); Geología.*

ABSTRACT

One of the most useful ways to promote learning occurs when it is done visually and, even more, in a practical way. 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. However, given the budget and temporal limitations of the programs, we consider that the number of field practices is not what would be desirable. This paper deals with the new teaching and learning approaches through the use of new technologies (ITC). The main objective is to bring the geological aspects of Nature to students using ITC. For this purpose, we developed several individual and group teaching and learning techniques using geological images in various subjects of the E.T.S.I. Minas y Energía de Madrid. Thus, this paper presents the changes in the teaching methodology in order to improve learning based on the student's personal practical work. To this end, a wide collection of geological images cataloged by theme was developed, in order to be used both in classes (theoretical and practical) but, mainly in evaluation questionnaires developed in "moodle". We introduced teaching techniques to work on images. In this case, the student had to explain to others the geological structure that appeared on the slide, being subjected to their questions and possible corrections. Likewise, the students recorded videos in the field in which they explained geological concepts at various scales. In this way it was intended that the student acquire geological knowledge and the habit of expressing with a technical language. These new approaches have produced an increase in motivation and acquisition of geological knowledge of students, being reflected in the polls and accompanied by an improvement in grades.

Keywords: *Educational innovation; New technologies (ITC); Geology.*

1. INTRODUCCIÓN

La adquisición de conocimientos en Geología requiere la realización de prácticas en el campo. Sin embargo, debido a las limitaciones presupuestarias y, sobre todo, a la limitación temporal de los créditos asignados a dichas asignaturas, no es posible realizar el número de salidas de campo que sería necesario.

Por otro lado, la adquisición del conocimiento es mayor cuando se emplea soporte gráfico. En estudios hechos sobre el aprendizaje [1] la adquisición de conocimientos es más alta cuando se basa en la observación. Además, éste es mucho mayor si está acompañado por la realización de prácticas (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).

Asimismo, la adquisición del conocimiento es más efectiva cuando la metodología es participativa. En este caso, el alumno no se limita solo a ser un oyente de una lección magistral [2, 3], sino que es capaz de transmitir los conocimientos a un compañero, aumentando la efectividad del aprendizaje.

Por otro lado, en los últimos años se ha producido un gran desarrollo de las nuevas tecnologías de la información (TIC) y métodos virtuales, que los estudiantes manejan con facilidad.

En consecuencia, se decidió favorecer el aprendizaje activo aumentando la enseñanza visual y práctica, combinándola con las nuevas tecnologías. De esta manera, el objetivo principal fue el acercar el medio físico al alumno a través de las nuevas tecnologías y el fomento de la enseñanza por iguales (el alumno hace de profesor).

Ejemplos de adaptación de asignaturas relacionadas con la Geología a las exigencias de los créditos ECTS inciden fundamentalmente en el reparto de clases y en el cambio del sistema de evaluación [4, 5, 6]. Aunque el empleo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) es conocido, existen pocos trabajos sobre los resultados de aplicación de las mismas a enseñanza de la Geología y siempre destinados a alumnos de Enseñanza Secundaria y Bachillerato [7, 8, 9, 10, 11, 12]. En [10] se propone la utilización de *moodle* no sólo para cursos virtuales de Geología como apoyo a la formación de los alumnos, sino en actividades de formación del profesorado. Asimismo, en [12] se describen las formas en que se han incorporado las TICs a una asignatura de ámbito geológico indicando las ventajas y desventajas en la formación de los alumnos. Incluso, en [13] incluso se propone la utilización de 2 apps para teléfonos móviles para la elaboración de actividades prácticas y la creación de un laboratorio virtual de ciencias de la naturaleza.

A lo largo de los últimos años en el Departamento de Ingeniería Geológica y Minera de la Universidad Politécnica de Madrid se han realizado cambios en la metodología de enseñanza y sistema de evaluación que han mejorado la adquisición de conocimientos de Geología. Se introdujeron 3 cambios principalmente que afectaron principalmente a las asignaturas “Geología” y “Estratigrafía y Geomorfología”:

1.-Introducción de nuevas tecnologías, fomentando la enseñanza visual y práctica. Se utilizaron nuevas técnicas (fichas, imágenes, vídeos) así como el protagonismo del estudiante a la hora de enseñar conocimientos a sus compañeros. Esto estuvo acompañado por la redistribución de las clases prácticas y

teóricas, aumentando el número de las primeras.

2.-Desarrollo de cuestionarios sobre aspectos prácticos en la plataforma *moodle*. A ello se sumó un cambio en las características de la evaluación, ya que se consideraron para el cálculo de la nota final de la asignatura.

3.-Elaboración de vídeos por parte de los alumnos, en los que se señalan los aspectos geológicos más importantes, que también contribuyeron a la nota final de Estratigrafía y Geomorfología.

Se presenta una recopilación de los cambios que se han introducido en estos últimos cinco años, así como su incidencia en la motivación de los alumnos y en los resultados de aprendizaje.

2 METODOLOGÍA

Se introdujeron cambios en la metodología y evaluación de las siguientes asignaturas:

- Geología. Asignatura básica de 2º curso del Grado en Ingeniería en Tecnologías Mineras, Grado en Ingeniería Geológica, Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos.
- Estratigrafía y Geomorfología. Asignatura obligatoria de 3º curso del Grado en Ingeniería Geológica.

En la asignatura Geología el número de alumnos oscila entre 150 y 180, mientras que,

en Estratigrafía y Geomorfología, es de 10-15 alumnos, por lo que los cambios introducidos fueron distintos, aunque presentan ciertas similitudes. Sus características se muestran en la Tabla 1. Cabe reseñar que en la asignatura Geología los alumnos estaban distribuidos en 3 grupos. Evidentemente la metodología no pudo ser igual en ambas asignaturas debido al diferente contenido de alumnos, cuyas características se exponen a continuación.

Los cambios introducidos en la metodología estuvieron acompañados de la obligatoriedad de la asistencia a clase y la realización de ejercicios. Asimismo, para que los cambios metodológicos tuvieran un resultado favorable, se introdujeron cambios en las características de la evaluación. En este sentido el aprendizaje podría no consolidarse por causa de una evaluación mediocre. Se elaboraron cuestionarios *moodle* que representaban el 10% de la nota en ambas asignaturas. En el caso de Geología los exámenes contribuían con el 70% a la nota final, correspondiendo el 20% restante a la calificación de las prácticas. A pesar de que las actividades prácticas supusieron cerca del 50% de las actividades presenciales, se decidió que su evaluación correspondiera únicamente al 20% de la nota final ya que se pretendía que, al ser una asignatura básica, la adquisición de los conceptos teóricos debía primar sobre otras cuestiones. En este sentido las prácticas debían ser un complemento para fijar los conceptos teóricos. En la asignatura Estratigrafía y Geomorfología, el reparto fue 50% de teoría y 40% de prácticas.

Además, en el desarrollo de la nueva metodología se recopiló una amplia base de imágenes geológicas catalogadas por temática para utilizar tanto en las clases presenciales (teóricas y prácticas) y en la evaluación.

Están catalogadas según su temática:

- 1) Petrología: ígnea, sedimentaria, metamórfica;
- 2) Geología Estructural: pliegues, fallas, diaclasas;

- 3) Estratigrafía y Sedimentología: estructuras sedimentarias, discontinuidades, bloques-diagrama sobre Historia Geológica;
- 4) Geomorfología: glacial, periglacial, fluvial, eólica, costera, tropical, relieve granítico, relieve kárstico, relieve volcánico, relieve estructural, tipos de suelos;
- 5) Paleontología: macrofauna, microfauna.

Estas fotografías se recopilaron de las colecciones de diversos profesores, algunas a través de los alumnos, y otras de internet. Otra parte de estas diapositivas se tomaron del programa Google Earth y de la NASA, a están a disposición del público en general, de acceso y disposición libre.

Asignatura	Geología	Estratigrafía y Geomorfología
Créditos	6.0	4.5
Clases teóricas	29h	27h
Clases prácticas	28h	17h
Evaluación presencial	3h	2h
Cuestionarios Moodle	10%	10%
Prácticas	20%	40%
Exámenes teóricos	70%	50%

Tabla 1. Características de las asignaturas Geología y Estratigrafía y Geomorfología del Grado en Ingeniería Geológica de la UPM

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Cambios en la metodología de las clases presenciales

Se aumentó el número de clases prácticas en las dos asignaturas, fundamentalmente en Geología, en la que representan un 45% (Tabla 1) de las 4 horas de docencia presencial semanal, dos de ellas son de carácter teórico y las otras dos son prácticas.

Por otro lado, se fomentó el uso de imágenes geológicas en las clases de teoría y también en las clases prácticas. Asimismo, en las clases prácticas se pretendió que los alumnos actuaran como docentes de sus compañeros. En este sentido, ante la proyección de imágenes geológicas, los alumnos debían explicar no sólo la forma, fenómeno o estructura geológica que aparecía en la diapositiva, sino su génesis. Para ello se introdujeron técnicas de enseñanza como el “brainstorming”, “diálogo simultáneo o cuchicheo” y “puzzle” modificado para trabajar sobre las imágenes.

De esta manera los alumnos muchas veces son más receptivos a sus compañeros que al profesor. Asimismo, al alumno le servía como repaso y adquisición de nuevos conocimientos. En ocasiones, la responsabilidad recaía en un grupo de alumnos constituido por dos o tres componentes. Para aumentar su motivación, se daba un premio (mineral o un fósil) al mejor alumno o grupo.

3.2 Evaluación virtual

También se introdujeron cambios en la evaluación empleando las nuevas tecnologías. Para ello, se elaboraron cuestionarios de autoevaluación (únicamente en Estratigrafía y Geomorfología) y de evaluación (en ambas asignaturas) en la plataforma *moodle* con preguntas cerradas. Muchas de estos cuestionarios incorporaron preguntas sobre aspectos geológicos de imágenes seleccionadas (Fig. 1). De hecho en [7] se exponen las ventajas de emplear la plataforma *moodle* para la enseñanza de la Geología.

Previamente, algunos autores [7, 8] incorporaron esta metodología: desarrollo de una *WebQuest* destinada a alumnos de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) sobre una ruta por Madrid [8]; desarrollo de 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 [7].

El objetivo de los cuestionarios de autoevaluación en Estratigrafía y Geomorfología era que el alumno se ejercitara previamente a su evaluación. En ellos el alumno, obtenía la nota global cuando cerraba el cuestionario y podía

consultar las respuestas correctas para comprobar los resultados. Posteriormente, el alumno podía plantear dudas de forma individual o en grupo asistiendo a las tutorías.

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, nunca valorándose de forma negativa, había alumnos que no los realizaban y otros que los resolvían pero sin haber realizado un estudio previo [6]. En nuestra opinión esto ha sido un punto clave, 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 dedicando su tiempo de estudio a otras asignaturas.

Los cuestionarios *moodle* de evaluación (tanto en Geología como en Estratigrafía y Geomorfología) eran similares a los de autoevaluación, aunque en este caso, el alumno no tenía opción a conocer la respuesta correcta aunque sí su nota. Estos cuestionarios tenían 1 hora de duración, con opción a realizarlos cuando el alumno deseara a lo largo de 3 días (principalmente de viernes a lunes) y suponían un 10% de la nota final. El peso de estos cuestionarios es reducido ya que existe la posibilidad de que algunos alumnos los realizan en grupo o con la ayuda de apuntes.



¿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 microfósil aparece en la imagen?

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Fusulina | <input type="checkbox"/> Alveolina | <input type="checkbox"/> Lepidocyclina |
| <input type="checkbox"/> Globigerina | <input type="checkbox"/> Orbitoides | <input type="checkbox"/> Nummulites |
| <input type="checkbox"/> Orbitolina | <input type="checkbox"/> Lacazina | <input checked="" type="checkbox"/> Miliolina |



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

- | | | |
|---|---|--|
| <input checked="" 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 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 forma glaciar se observa en la imagen?

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

Fig. 1. Ejemplos de preguntas sobre aspectos geológicos y sus posibles respuestas (se indica la correcta) desarrolladas como ejercicio de autoevaluación en la plataforma moodle en diversas asignaturas

En cualquier caso, el objetivo es que el alumno realice un estudio continuado a lo largo del semestre y guiarle sobre los aspectos más destacados de la asignatura y orientarle sobre

los contenidos más importantes de cara a los exámenes (que representaban entre el 50% y 70% de la nota dependiendo de la asignatura).

3.3 Vídeos de contenido geológico

Los vídeos se realizaron como actividad evaluable en la asignatura Estratigrafía y Geomorfología.

Se le proporcionó al alumno una serie de fotografías que el alumno tenía que explicar en vídeos cortos, con 1 minuto de duración aproximadamente por cada fotografía. Debían desarrollar un guión explicativo para después grabar su voz conjuntamente con la fotografía. Esta actividad se desarrolló en horario no presencial. 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 técnico adecuado. Antes de la grabación del vídeo se hacía un seguimiento del guión que habían preparado, haciendo las sugerencias necesarias en cada caso.

Los vídeos se encuentran ubicados en la plataforma tele-enseñanza *moodle*. Se eligió

esta plataforma dadas sus ventajas [5] y la facilidad y experiencia que ya tenían los estudiantes en su manejo, y es la que se emplea en la Universidad Politécnica de Madrid. Algunos ejemplos de estos vídeos se encuentran en las siguientes direcciones:

- http://www.youtube.com/watch?v=CM3_7nKWAGc&list=UUi2s50W2dFbGIGH_2eUF7-A&index=14
- http://www.youtube.com/watch?v=DJ-InveeWvs&list=UUi2s50W2dFbGIGH_2eUF7-A&index=13
- <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_OJZp9XcnIMiClxb8W

En [14] y [15] se sugiere la elaboración de itinerarios virtuales para complementar a las salidas de campo.

Geología		Estratigrafía y Geomorfología	
Satisfacción	Dificultad preguntas	Satisfacción	Dificultad preguntas
7.2	5.6	8.7	5.3

Tabla 2. Valoración media (escala de 0 a 10) de los cuestionarios de moodle en diferentes asignaturas por parte de los alumnos. El número de encuestas respondidas en la asignatura de Geología fue de 626 en los 5 cursos (2011/12 a 2015/16); para la asignatura de Estratigrafía y Geomorfología fue de 62.

4 CONCLUSIONES

Los cambios en la metodología de enseñanza conjuntamente cambios en el sistema de evaluación y la implantación de nuevas tecnologías en la enseñanza de la Geología, principalmente utilizando imágenes, realizando vídeos e implicando al alumno en su propio aprendizaje y en el de los compañeros, ha favorecido la adquisición de conocimientos y aumentado la motivación de los alumnos.

Las encuestas realizadas a los alumnos para que evaluaran las nuevas metodologías empleadas en las asignaturas Geología, y Estratigrafía y Geomorfología, mostraron una alta satisfacción con los cuestionarios de la plataforma *moodle* empleando imágenes con aspectos geológicos (Tabla 2). Asimismo, indicaron que les había servido para la adquisición de conocimientos y mejorar la comprensión de la asignatura, a pesar de que según su criterio las preguntas no habían sido fáciles, aunque tampoco excesivamente complicadas (media de 5 sobre 10). También, la realización de vídeos por parte de los alumnos de Estratigrafía y Geomorfología conjuntamente con los cambios en el desarrollo de clases ha contribuido a la mejor comprensión de la asignatura, en la que los mejorados resultados ya se habían observado en el desarrollo de la asignatura de Estratigrafía (2º I. Geológica) previamente a la implantación de los Grados (Fig. 2) aunque en este caso también se habían introducido cambios en otros aspectos como el sistema de evaluación [16].

La realización de vídeos incide doblemente: se refleja directamente sobre el estudiante que realiza la práctica y vídeo, e indirectamente en los estudiantes que utilizarán estos vídeos y fichas en su proceso de aprendizaje. A 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 y aumenta su motivación, al sentirse capaces de señalar y explicar aspectos geológicos relevantes. Para los alumnos que observan el vídeo les sirve para desmitificar la dificultad de asignaturas al comprobar que sus propios compañeros son capaces de explicar la materia.

El mejor sistema para determinar el éxito de los cambios metodológicos introducidos es comparando los resultados de la evaluación de los alumnos al final del curso con los obtenidos en otros años.

Cabe destacar que en la asignatura de Geología se pasó tener una tasa alta de suspensos o “no-presentados” a ser inferior al 30% en los cuatro últimos cursos después de la implantación de nuevas metodologías, incluso únicamente un 13% en el curso 2012/13 (Fig. 2). El porcentaje de alumnos con calificación de notable y sobresaliente ha aumentado significativamente, mientras que el de suspensos o no presentados se ha visto reducido.

En resumen, las TIC permiten incluir un número importante de imágenes sobre aspectos geológicos y, en consecuencia, el alumno comprende mejor la materia explicada, ya que no se tiene que limitar a comprender una serie de conceptos teóricos sino que, además, tiene que aplicar los conocimientos para resolver casos reales: reconocimiento de formas y estructuras y relacionarlas con los procesos que las originan.

De esta manera, el alumno tiene conocimiento de forma rápida de su calificación y de los fallos que ha cometido y, por otro, descarga al docente de tareas de corrección, permitiendo emplear ese tiempo en la creación de contenidos y actividades. La nueva estrategia metodológica ha supuesto, además, una

personalización de la adquisición de conocimientos y flexibilización de la organización de la enseñanza. La disponibilidad de vídeos también favorece la flexibilización de la enseñanza. El estudiante puede revisar los aspectos más importantes sin necesidad de la presencia del docente.

En resumen, la combinación de los cambios en la metodología y el uso de las TIC permiten incluir un número importante de imágenes sobre aspectos geológicos y la adquisición de conocimientos.

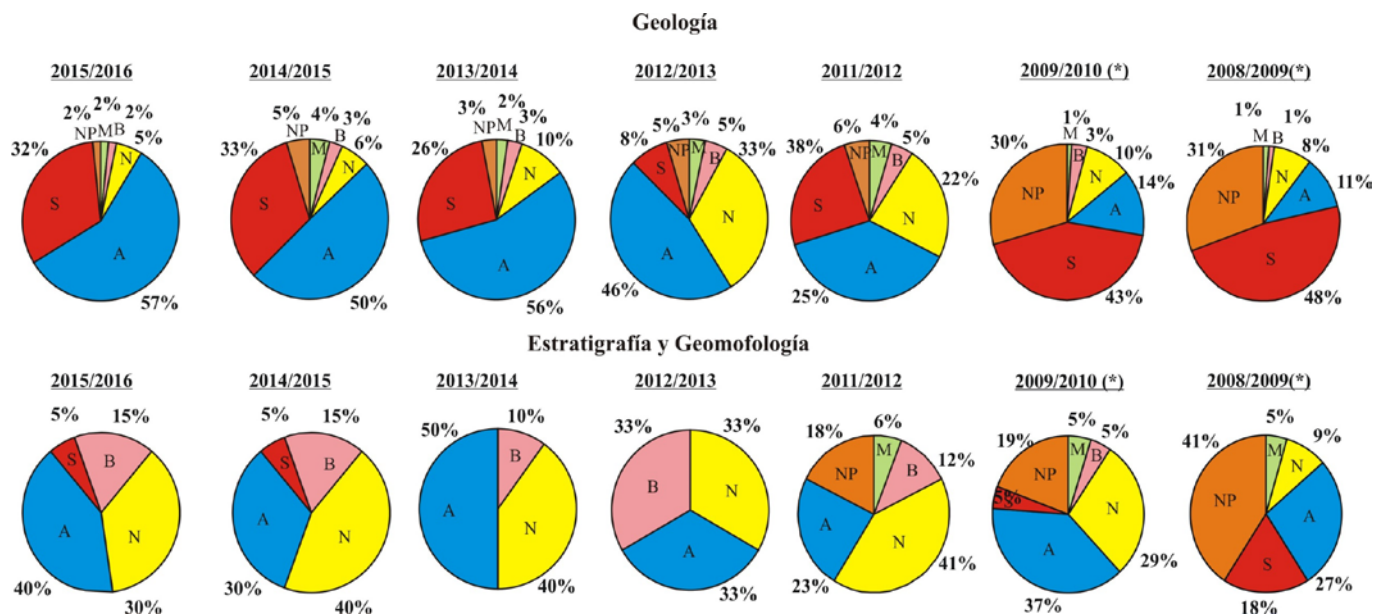


Fig. 2. Estudio comparativo de las calificaciones finales obtenidas por los alumnos en la convocatoria de junio en las asignaturas Geología y Estratigrafía y Geomorfología antes (*) y después de introducir los cambios en la metodología. Entre paréntesis aparece el porcentaje sobre el total (NP: no presentado; S: suspenso; A: aprobado; N: notable; B: sobresaliente; M: matrícula honor).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Universidad Politécnica de Madrid a través de los siguientes proyectos: “Aplicación de nuevas tecnologías a la mejora de la calidad de la docencia en asignaturas de la E.T.S.I. Minas”, “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”, “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 enseñanza virtual, recursos docentes y nuevas prácticas para facilitar el aprendizaje en asignaturas de temática geológica”.

REFERENCIAS

[1] Sáenz, O., Mas, J. (1979). Tecnología educativa. Manual de medios audiovisuales.

[2] Adam, F. (1987). Andragogía y docencia universitaria. Fondo editorial de la Federación Interamericana de Educación de Adulto.

[3] Macheimer, P.L., Crawford, P. (2007). Student perceptions of active learning in a large cross-disciplinary classroom. *Active Learning in Higher Education*, vol. 13 (4), pp. 411–421.

[4] Pascual, A., Murelaga, X. (2007). Experiencia sobre la adaptación de la asignatura Paleontología general y de invertebrados al Espacio Europeo de Educación Superior. *Geogaceta*, vol. 42, pp. 99–102.

[5] Pascual, A., Murelaga, X., Oñate, L. (2008). Estrategias didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de competencias en «Geología marina» dentro del Espacio Europeo de Educación Superior. *Geogaceta*, vol. 44, pp. 135–138.

[6] Tent-Manclús, J.E. (2008). Los créditos ECTS en la carrera de Ingeniero Geólogo de la Universidad de Alicante: el trabajo del alumno en la asignatura Técnicas Cartográficas. *Geo-Temas*, vol. 10, pp. 67–70.

[7] 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*, vol. 18 (2), pp. 174–181.

[8] Maroto, R.M., Morcillo, J.G., 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, vol. 16, pp. 178–184.

[9] Morcillo, J.G., García García, E., López García, M., 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, vol. 14 (2), pp. 150–156.

[10] Verd J., González M., Verd J. (2006) Moodle, una nueva herramienta para la enseñanza de la geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 14(1), pp. 54-61.

[11] Vélez, M.A. (2015). Impacto de las Tecnologías de la Información en la Docencia en Educación Superior. Tesis Doctoral Universidad de León, pp. 266.

[12] Garibay, M.T., Angelone, S., Fraga, H., Polare, M., Torres, P.L. (2009). Incorporación de las TICs en la asignatura “Geología y Geotecnia”-UNR. ICECE 2009- International Conference on Engineering and Computer Education. Buenos Aires, Argentina, pp. 1-10.

[13] Fernández-Lozano, J., Gutiérrez-Alonso, G. (2016). Aula 3.0: Una nueva forma de aprender geología. El uso de las apps Trnio® y Skechfab® para construir modelos 3D con el móvil. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 24, pp. 163-168.

[14] 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*, vol. 13, pp. 329–333.

[15] Quintana Uribe, A, Pérez Torrado, J. (2016). Salidas de campo integradoras:

utilización de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en una nueva situación de aprendizaje. XIX Simposio sobre Enseñanza de la Geología, Manresa, pp. 205-212.

[16] 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, vol. 16, pp. 205-212.



El próximo 7 de junio de 2018 se desarrollará el [V Seminario GATE](#) bajo el título "**De la tiza a la tablet: reflexiones sobre las TIC en la enseñanza**", organizado por el Gabinete de Tele-Educación de la Universidad Politécnica de Madrid.

De la mano del filósofo y pedagogo **José Antonio Marina** (Fundación Universidad de Padres), deseamos reflexionar sobre las premisas pedagógicas y éticas de las tecnologías educativas en la docencia y el reto que plantea la nueva universidad digital.

Contaremos igualmente con la participación de los expertos Silvia Pradas (Universidad Internacional de la Rioja), Jordi Adell (Universitat Jaume I), Marta Reina (CTIF Madrid-Oeste) y Oscar Córdón (Universidad de Granada).

La inscripción, libre y gratuita, ya está abierta.

Esperamos contar con tu presencia.