

# AULA INVERTIDA PARA EL APRENDIZAJE DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN EL CAMPO DE LA GEOTECNIA Y LAS OBRAS SUBTERRÁNEAS

Jesús González Galindo<sup>1</sup>, Salvador Senent Domínguez<sup>1</sup>, Antonio Soriano Martínez<sup>1</sup>, María José Crespo Álvarez<sup>2</sup>, Ricardo Laín Huerta<sup>2</sup>, María Isabel Reig Ramos<sup>1</sup>, José Miguel Galera Fernández<sup>2</sup>, Ignacio Cepeda Bajo<sup>1</sup>, Rafael Jiménez Rodríguez<sup>1</sup>

1: Ingeniería y Morfología del Terreno  
ETSI Caminos, Canales y Puertos  
Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: {jesus.gonzalezg, s.senent, antonio.soriano.martinez, mariaisabel.reig, rafael.jimenez}@upm.es, ignacio.cepeda.bajo@alumnos.upm.es  
web: <http://web-gestores.caminos.upm.es/geotecnia/>

2: Ingeniería Geológica y Minera  
ETSI de Minas y Energía  
Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: {mariajose.crespo,ricardo.lain,josemiguel.galera}@upm.es  
web: <http://www.minasyenergia.upm.es/04-departamentos/departamento-de-ingenieria-geologica-y-minera.html>

**Resumen.** Durante el curso 2017-2018 se ha empleado la metodología de enseñanza de Aula Invertida (AI) para el aprendizaje del programa comercial sobre estabilidad de taludes SLIDE. Los resultados de la experiencia indican que la metodología empleada es adecuada para enseñar el aprendizaje del uso de programas de ordenador pero, sin embargo, no se ha conseguido que los alumnos mejoren los conocimientos sobre los conceptos teóricos asociados al programa.

**Palabras clave:** Aula Invertida, software geotécnico, vídeos educativos

## 1. Introducción

El mercado laboral en el ámbito de la ingeniería civil, exige cada vez más que los recién licenciados dispongan de ciertos conocimientos en programas de ordenador para abordar el análisis de problemas geotécnicos reales. La metodología tradicional mediante clase magistral presenta varios inconvenientes para el aprendizaje de dichos programas. En primer lugar, surge la necesidad de disponer de aulas con ordenadores para todos los alumnos o de obligar a los alumnos a llevar a clase su propio ordenador. En segundo lugar, la experiencia muestra que los alumnos llegan con distintos niveles de habilidad en el uso de programas informáticos. Aunque esto sucede en casi todos los ámbitos de la enseñanza, en el caso de los programas de ordenador se acentúa de manera significativa (Arcos et al., 2017). Debido a estas razones los autores, tras considerar diferentes metodologías, consideramos que el Aula Invertida (AI) es una de las metodologías más adecuadas para el aprendizaje de programas de ordenador (Argente 2016, Thai et al, 2017).

Los Departamentos de Ingeniería y Morfología del Terreno de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería Geológica y Minera de la ETSI de Minas y

Energía, ambos de la Universidad Politécnica de Madrid, han desarrollado un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) que se resume en este documento.

## **2. Esquema del Proyecto de Innovación Educativa**

El PIE se ha aplicado en la asignatura de Procedimientos de Cimentación del octavo semestre del Grado en Ingeniería Civil y Territorial de la ETSI Caminos, Canales y Puertos. Es una asignatura obligatoria en la mención de Construcciones Civiles, con 74 alumnos matriculados en el curso 2017-2018. La participación fue ofrecida de manera voluntaria a todos los alumnos, de tal forma que aquellos que no participaron en la actividad no han seguido otra metodología para el aprendizaje de los programas, aunque han podido acceder libremente al material didáctico preparado.

El esquema del PIE desarrollado ha sido el que se indica a continuación:

### **1. Elaboración de los vídeos sobre el programa SLIDE**

Se elaboraron 3 vídeos explicando distintos aspectos del funcionamiento del programa SLIDE; el cual permite estudiar la estabilidad de taludes. Los vídeos fueron grabados con el programa Camtasia y están disponibles en Youtube: <https://www.youtube.com/channel/UCGdXS-IBTrGiTtbjirfy69w/videos>.

### **2. Prueba de conocimientos previos antes de la aplicación de la metodología de AI**

Se realizó en clase mediante un test que contenía 6 preguntas sobre la teoría de la estabilidad de taludes y 4 sobre el uso del programa de ordenador.

### **3. Trabajo personal del alumno**

Durante 10 días los alumnos pudieron estudiar con los vídeos preparados. Mediante la herramienta EdPuzzle se pudo realizar el seguimiento de la actividad de los alumnos, puesto que permite registrar que porcentaje de los videos han visto y si han respondido correctamente a las preguntas insertadas en los mismos.

### **4. Trabajo el aula: análisis y diseño de un caso real.**

Los alumnos, en grupos de 3-4 personas, tuvieron que resolver un caso real.

### **5. Prueba de conocimientos después de la aplicación de la metodología de AI**

Una vez finalizada la actividad de aprendizaje se realizó en el aula una nueva prueba objetiva, tipo test, a todos los alumnos presentes. En este caso, 5 preguntas correspondían a preguntas relacionadas con el programa y 5 a la teoría de estabilidad de taludes.

### **6. Encuesta a los alumnos sobre el desarrollo del PIE**

Finalmente, los alumnos respondieron a una encuesta sobre el grado de satisfacción de la actividad realizada.

## **3. Resultados de la aplicación**

En este apartado se resumen los resultados principales de la aplicación de la metodología.

### **1. Participación**

Finalmente participaron en la actividad de aprendizaje 27 alumnos, es decir, el 32,4% de los alumnos matriculados.

## 2. Prueba de conocimientos previos

La prueba objetiva previa a la aplicación práctica de la metodología fue realizada por un total de 39 alumnos (52% del total matriculados), de los cuales 22 participaron en la actividad y 17 no.

La Tabla 1 muestran los resultados de la prueba objetiva tipo test ---calificaciones medias sobre 10---, diferenciando entre los alumnos que participaron y no participaron en la actividad de aprendizaje y entre las preguntas sobre los conceptos teóricos y sobre el programa informático SLIDE.

**Tabla 1.** Resultados de la evaluación de conocimientos previos. (Alumnos AI: alumnos que participaron de la actividad de aprendizaje; Alumnos No-AI: alumnos que no participaron de la actividad de aprendizaje).

	Todos los alumnos	Alumnos AI	Alumnos No-AI
Nota global	4.4	4.5	4.4
Nota preguntas teoría	5.0	5.0	5.0
Nota preguntas programa	3.7	4.0	3.6

## 3. Trabajo personal del alumno

Consistía en el visionado del vídeo por parte de los alumnos. Durante el vídeo era necesario contestar a una serie de preguntas introducidas en el mismo mediante el programa EdPuzzle. La nota media de las preguntas fue 4,9 (vídeo 1), 7,9 (vídeo 2) y 6,6 (vídeo 3)

## 4. Trabajo en el aula

En el aula se propuso la resolución de un caso real, siendo capaces todos los grupos que se formaron de dar una solución satisfactoria ya que durante la clase el profesor fue resolviendo de manera individualizada las dudas que tenían los alumnos.

## 5. Evaluación del aprendizaje

La segunda prueba objetiva tipo test, posterior a la clase presencial, fue contestada por 41 alumnos (60,8% del total matriculados), de los cuales 17 participaron en la actividad y 24 no. En la Tabla 2 muestran los resultados.

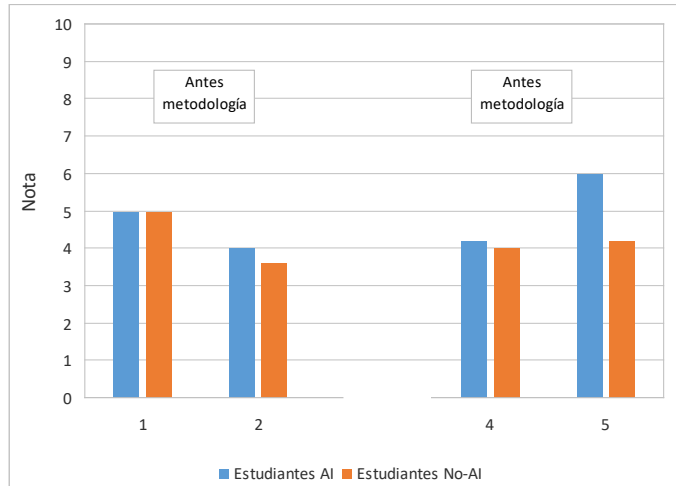
**Tabla 2.** Resultados de la evaluación de conocimientos tras la aplicación de la metodología de AI. (Alumnos AI: alumnos que participaron de la actividad de aprendizaje; Alumnos No-AI: alumnos que no participaron de la actividad de aprendizaje).

	Todos los alumnos	Alumnos AI	Alumnos No AI
Nota global	4.5	5.2	4.1
Nota base teórica	4.1	4.2	4.0
Nota utilización programa	5.0	6.0	4.2

En la Figura 1 se comparan los resultados de las pruebas de conocimiento realizadas antes y después de la aplicación práctica de la metodología de AI.

## 6. Encuesta

La encuesta fue contestada por el 66 % de los alumnos que participaron de la actividad de aprendizaje. Los resultados de la encuesta muestran que, en general, los alumnos han valorado positivamente la metodología de enseñanza empleada.



**Figura 1.** Comparación entre los resultados de las pruebas de conocimiento realizadas antes y después de la aplicación práctica de la metodología de AI.

#### 4. Conclusiones

Las conclusiones principales del empleo de la metodología del AI en la enseñanza de programas informáticos geotécnicos son:

- La experiencia presentada en este artículo indica que la metodología de AI es adecuada para el aprendizaje de programas informáticos geotécnicos.
- Se considera que la principal dificultad radica en el aprovechamiento del tiempo del trabajo autónomo del alumno.
- La metodología empleada ha facilitado al alumno el aprendizaje del uso de un programa informático. Sin embargo, se ha comprobado que no se mejora el conocimiento de la teoría en la que se basa el programa. Se considera que este hecho es peligroso para la formación del alumno, puesto que el alumno puede aprender “perfectamente” el manejo de un programa sin conocer las hipótesis que está asumiendo ni la teoría que está aplicando.

#### REFERENCIAS

- [1] Arcos, A., Arcos, J.L., Fernández-Centeno, M.A., González-Galindo, J., Gordo, C., Manget, C., Salazar, F., Senent, S. (2017). *Flipped Classroom in Computer-Aided Ground Engineering*. In: IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad - CINAIC (Zaragoza, 4-6 Octubre 2017).
- [2] Argente et al. Aplicando la metodología Flipped-Teaching en el Grado de Ingeniería Informática: una experiencia práctica. Pp 221-228. XXII Jenui. Almería.2016
- [3] Edpuzzle. EDpuzzle, Inc <https://edpuzzle.com/>. Barcelona, Spain. 2018
- [4] Rocscience Inc. Slide Manual, Version 5.0. (Minneapolis, Minnesota). 2014
- [5] TechSmith, Inc. Camtasia, Version 2017.
- [6] Thai, N. T. T., De Wever, B., Valcke, M. The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback. *Computers & Education*, 107, 113-126. 2017