

## AULA INVERTIDA EN LA INGENIERÍA DEL TERRENO ASISTIDA POR ORDENADOR

A. Arcos <sup>1</sup>, J.L. Arcos <sup>1</sup>, M.A. Fernández-Centeno <sup>1</sup>, J. González-Galindo <sup>1</sup>,  
C. Gordo <sup>1</sup>, C. Manget <sup>1</sup>, F. Salazar <sup>1</sup>, S. Senent <sup>1</sup>

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

e-mail: {antonio.arcos, joseluis.arcos, miguelangel.fernandez, jesus.gonzalezg,  
carlos.gordom, fernando.salazar, s.senent}@upm.es, c.manget@alumnos.upm.es

web: [http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/imt/Expresion\\_grafica/  
UD\\_EG\\_Portada.html](http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/imt/Expresion_grafica/UD_EG_Portada.html)

**Resumen.** *Para superar las limitaciones de la metodología tradicional en la enseñanza de AutoCAD, se ha implementado una metodología de Aula Invertida (AI) con el apoyo de vídeos educativos. Este informe describe el Proyecto de IE, desde el contexto donde se desarrolla hasta los resultados obtenidos. Se centra la descripción en una primera aplicación práctica de la metodología llevada a cabo durante el curso 2016/2017 sobre el tema “La impresión en AutoCAD”. La aplicación ha incluido el empleo de un grupo de control y la realización de una prueba objetiva sobre el uso de AutoCAD, la cual ha supuesto un reto organizativo para la Unidad Docente. Los resultados muestran un mejor rendimiento de los alumnos que han empleado AI. Sin embargo, esta mejora no parece deberse directamente al AI como técnica de enseñanza sino a su aspecto motivador que incide en el rendimiento general de los alumnos.*

**Palabras clave:** Aprendizaje adaptativo, Aula invertida – Flipped classroom, Autoaprendizaje – Aprendizaje autónomo, Desarrollo de TIC's, Elaboración material docente, Recurso educativos en abierto (REA), Video educativo.

### 1. Introducción y contexto

Dentro del programa de la asignatura de Diseño Gráfico (Grado en Ingeniería Civil –2º semestre–, ETSI de Caminos) se incluye formación en programas de diseño (CAD). Para ello se emplea el programa AutoCAD, utilizado prácticamente por la totalidad de las empresas en el campo de la Ingeniería Civil.

La metodología docente empleada hasta ahora consistía en varias clases magistrales en el aula (habitualmente 4 clases de 65') más una serie de prácticas que el alumno realizaba de manera autónoma. La mayor parte del tiempo de las clases magistrales se dedicaba al funcionamiento del programa (entorno de trabajo, comandos básicos,...) y requerían que el alumno trajese su propio ordenador. En las prácticas se planteaban problemas propios de la Ingeniería del Terreno, como el dibujo de los rellenos y desmontes de una carretera.

Esta metodología conlleva varias dificultades. En primer lugar, exige que los alumnos dispongan de un ordenador portátil y lo traigan a clase. Asimismo, hay diferentes niveles de partida y habilidad en el manejo de AutoCAD. De esta forma es casi imposible encontrar un ritmo adecuado para todos los alumnos. Además, las

clases se centran en el manejo básico del programa, quedando para el trabajo autónomo del alumno la resolución de problemas. Todo esto conducía a que en muchas ocasiones no se alcanzase el objetivo de capacitar al alumno en la resolución de problemas de Ingeniería del Terreno mediante programas de CAD.

Debido a lo anterior, se ha desarrollado un Proyecto de Innovación Educativa para la implementación de una metodología de Aula Invertida con el apoyo de videos educativos. A continuación se describen los objetivos del proyecto, una primera aplicación práctica de la metodología y los productos resultantes.

## **2. Objetivos del Proyecto**

Los objetivos específicos del proyecto de Innovación Educativa han estado ligados a la metodología de AI y son los siguientes:

- Mejorar el aprendizaje de los estudiantes (particularmente de aquellos con más dificultades) y atender a la diversidad de nivel mediante la producción de vídeos que flexibilicen el estudio, de tal forma que cada alumno avance al ritmo más adecuado para él.
- Aprovechar el tiempo de clases a actividades que refuercen y profundicen el aprendizaje, centradas en los problemas de la Ingeniería del Terreno Asistida por Ordenador (ITAO).
- Incidir positivamente en la motivación de los estudiantes mediante prácticas reales (tanto en contenido como en herramientas de trabajo) de la actividad profesional de la Ingeniería Civil.

## **3. Aplicación de la Metodología**

El propósito de la Unidad Docente es emplear la metodología de AI en toda la enseñanza de AutoCAD. No obstante, se ha llevado a cabo una primera aplicación práctica en el curso 2016/2017, centrada en uno de los aspectos del temario, *La Impresión en AutoCAD*, para mejorar el conocimiento sobre la metodología. De esta forma se ha podido analizar, entre otros elementos, las dificultades que aparecen en su implementación, la actitud que adoptan los alumnos o los efectos que tiene sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **• Desarrollo de la metodología**

*Antes de la clase:* el trabajo del alumno consistió en el visionado de un vídeo educativo realizado por la Unidad Docente. El vídeo contenía la resolución, mediante AutoCAD, de una plataforma para la cimentación de un puente en el sistema de planos acotados y la impresión de los resultados en formato pdf. Previamente a la visualización del vídeo el alumno debía responder un cuestionario sobre conceptos básicos del diseño de plataformas y de AutoCAD. Una vez superado el cuestionario se le facilitaba al alumno la siguiente información: el vídeo, el archivo de AutoCAD del ejercicio por si quería practicar y un cuestionario posterior. Toda esta información se facilitó a través de la plataforma de tele-enseñanza de la Universidad Politécnica de Madrid (Moodle).

*Durante la clase:* el objetivo de la clase era reforzar el trabajo realizado por el alumno de manera autónoma y profundizar en la materia. Para ello, se les propuso a

los alumnos dos ejercicios de complejidad creciente sobre la impresión de AutoCAD a pdf, los cuales se resolvieron en clase con la guía del profesor.

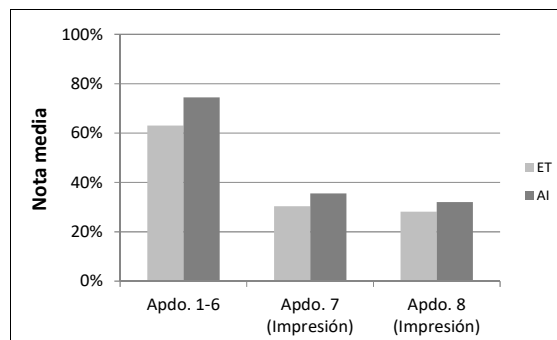
*Después de clase:* para estudiar la incidencia de la metodología se realizó un examen sobre el manejo de AutoCAD. El examen consistió en la resolución de un ejercicio propio de la asignatura, el dibujo de las excavaciones de una plataforma. El ejercicio contenía 8 apartados, siendo los dos últimos específicos sobre la impresión de planos. De esta forma se esperaba poder evaluar los contenidos desarrollados con la metodología de AI.

El grupo de control siguió una enseñanza tradicional, pero disponiendo del mismo material (cuestionarios, vídeo y archivo de AutoCAD) que el grupo de estudio.

### • Resultados obtenidos

A continuación se comentan los resultados del examen. Una descripción completa de todo el estudio y de los resultados obtenidos se puede encontrar en [1].

La Fig. 1 muestra las notas medias obtenidas por los alumnos. Se observa que los alumnos que siguieron la metodología de AI obtuvieron unos resultados mejores en todas las partes del examen. Sin embargo, debido a que las diferencias en los apartados de impresión son inferiores a las del resto del examen, cuyos contenidos todos los alumnos trabajaron con una enseñanza tradicional, no se concluye una influencia positiva de la metodología de AI.

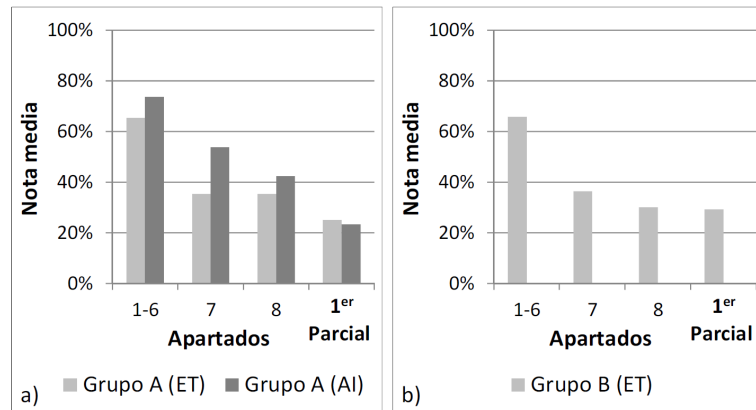


**Figura 1.** Notas de examen medias obtenidas en el grupo de estudio (Grupo AI) y en el grupo de control (Grupo ET) como porcentaje de la nota máxima.

A pesar de lo anterior, al considerar las notas del 1<sup>er</sup> Parcial de la asignatura (Fig. 2) se llega a unos resultados llamativos. Las calificaciones del 1<sup>er</sup> Parcial del Grupo B (donde todos los alumnos siguieron la metodología tradicional) son (ligeramente) superiores a las del Grupo A (donde una parte siguió la metodología de AI y otros la tradicional), por lo que se puede considerar como un grupo, a priori, más capacitado. Sin embargo, las diferencias se invierten en el examen de AutoCAD pero únicamente para los alumnos que siguieron la metodología de AI.

La razón a estos resultados puede encontrarse en el aspecto motivacional del AI. Según indican diversos autores (e.g., [2]), el AI facilita la comprensión de la materia, lo cual debería haberse plasmado en unos resultados proporcionalmente mejores en los apartados correspondientes a impresión. Sin embargo, estos mismos autores también señalan que el AI mejora la actitud de los alumnos hacia su aprendizaje. De este modo, una mayor motivación del alumno implicará un aumento general de su

rendimiento y unas mejores calificaciones en todos los apartados del examen, como ha ocurrido en este caso.



**Figura 2.** Notas de examen medias obtenidas en el grupo de estudio (Grupo AI) y en el grupo de control (Grupo ET) para los grupos de clase A y B.

#### 4. Productos resultantes del Proyecto

El principal producto del Proyecto son dos series de videos educativos sobre el uso de AutoCAD y la resolución de problemas de la ITAO. La primera serie consta de 6 videos de iniciación al AutoCAD, desde el entorno de trabajo hasta la impresión de documentos. La segunda serie está formada, actualmente, por 6 videos en los que se resuelven diferentes problemas típicos de la Ingeniería del Terreno. Estos videos estarán disponibles en las páginas de Youtube de la Universidad y de la Unidad Docente ([https://www.youtube.com/channel/UCWmHDM\\_aDtjXdm7AAqVOWYQ](https://www.youtube.com/channel/UCWmHDM_aDtjXdm7AAqVOWYQ)).

#### 5. Conclusiones

La valoración general del proyecto es muy positiva puesto que ha permitido a la Unidad Docente desarrollar el material docente y llevar a cabo una aplicación práctica de la metodología de Aula Invertida. Sin embargo, no se ha podido emplear la nueva metodología en todo el temario de AutoCAD, lo cual se espera poder hacer durante los próximos cursos.

Además, el trabajo realizado ha permitido a la Unidad Docente conocer algunas de las dificultades que lleva aparejada la metodología de AI. La más importante de ellas, a nuestro parecer, es la baja participación de los alumnos, por lo que será necesario proponer medidas que mejoren el seguimiento de las tareas previas a las clases.

#### REFERENCIAS

- [1] A. Arcos, J.L. Arcos, M.A. Fernández-Centeno, J. González-Galindo, C. Gordo, C. Manget, F. Salazar, S. Senent. Aula Invertida en la Ingeniería del Terreno Asistida por Ordenador. *IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad*. CINAIC 2017. Zaragoza, España, (2017).
- [2] Chao, C. Y., Chen, Y.T., Chuang K. Y. Exploring students' learning attitude and achievement in flipped learning supported computer aided design curriculum: A study in high school engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(4), 514-526, (2015).