

# Experiencia de clase invertida en la asignatura de Álgebra y Matemática Discreta en el Grado en Ingeniería Informática

Ricardo García Ródenas<sup>1</sup>, José Ángel Martín Baos<sup>1\*</sup>, José Luis Espinosa Aranda<sup>1</sup>,  
María Luz López García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Matemáticas, Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla-La Mancha.

\* Autor de correspondencia: JoseAngel.Martin@uclm.es

## Resumen

La asignatura de Álgebra y Matemática Discreta, impartida en el primer año de Ingeniería Informática en la UCLM, representa un desafío para los estudiantes, lo que afecta a sus calificaciones. Los principales factores de este bajo rendimiento son la falta de estudio diario, la baja participación en clase y la dificultad inicial para aprender a programar con MATLAB en las prácticas. Este proyecto propone una metodología de “clase invertida” para mejorar el aprendizaje, con recursos interactivos como cuadernos en MATLAB, videos explicativos y ejercicios en español e inglés, permitiendo también su uso en el grado Bilingüe. Los estudiantes acceden a estos materiales una semana antes de clase, facilitando el aprendizaje previo. Durante las prácticas, el profesor actúa como facilitador, resolviendo dudas, guiando el trabajo colaborativo y haciendo un seguimiento semanal del progreso individual.

## 1. Introducción

La implementación de la metodología de clase invertida en laboratorios de matemáticas y áreas técnicas permite optimizar el tiempo de clase, destinándolo a actividades prácticas y colaborativas que refuerzan los conocimientos adquiridos previamente por los estudiantes (Bergmann y Sams, 2012). En este enfoque, los estudiantes trabajan los contenidos teóricos en su propio tiempo, utilizando materiales previamente preparados por el docente, como videos y ejercicios interactivos. En asignaturas complejas como Álgebra y Matemática Discreta, esta modalidad resulta especialmente útil para facilitar la comprensión de conceptos abstractos y permitir que el tiempo en el laboratorio se emplee en resolver dudas y realizar aplicaciones prácticas de más alto nivel.

Entre las ventajas de la clase invertida frente a una metodología tradicional, destaca la posibilidad de fomentar habilidades blandas, como la autonomía, la colaboración y la responsabilidad (Benavent et al., 2020). Además, el estudiante tiene la flexibilidad de estudiar a su propio ritmo, lo que puede reducir la frustración frente a conceptos difíciles y aumentar su motivación (Navarro et al., 2018). Sin embargo, la clase invertida también presenta retos. Al requerir que los estudiantes asuman una mayor responsabilidad en su aprendizaje previo, algunos pueden no estar preparados para aprovechar al máximo el tiempo en el aula si no han trabajado los materiales asignados, lo que impacta la efectividad de la metodología (Rueda et al., 2020).

Este trabajo, desarrollado en el contexto de la asignatura de Álgebra y Matemática Discreta en el grado de Ingeniería Informática, describe como llevar esta metodología al aula de prácticas, utilizando recursos como videos, cuadernos interactivos en MATLAB y casos prácticos.

## 2. Metodología

Para implementar esta metodología de clase invertida se llevaron a cabo una serie de actividades diseñadas para transformar el enfoque de enseñanza tradicional y mejorar la participación y comprensión de los estudiantes en el área práctica. A continuación, se describen las fases y elementos clave implementados.

### 2.1 Elaboración previa de los recursos educativos

Para realizar este proyecto, los profesores desarrollaron los recursos educativos que se pueden clasificar en tres categorías:

- a. Cuadernos interactivos en MATLAB: Se tratan de ficheros especiales del programa matemático MATLAB. Estos cuadernos tienen la característica de incorporar tanto texto, como imágenes y celdas de código ejecutables. De esta forma se facilita la exposición de los contenidos teóricos y presentación de ejercicios prácticos de programación a realizar, añadiendo ejemplos ya programados. Cada cuaderno está enfocado sobre cada una de las nueve prácticas del curso (véase la Tabla 1).
- b. Videos explicativos: Se desarrollaron varios vídeos explicativos sobre cada una de las prácticas que abordaban en detalle el contenido necesario para abordar cada práctica de manera autónoma. Estos vídeos fueron producidos usando el programa de código libre OBS y lo que ha permitido alcanzar sin mucho esfuerzo un resultado profesional. El objetivo de estos materiales es permitir a los estudiantes estudiar a su ritmo y consultar los materiales cuantas veces lo necesiten, contribuyendo a un aprendizaje más flexible y ajustado a sus tiempos.
- c. Casos prácticos: En el aula, cada sesión práctica se complementa con la propuesta de un caso de estudio que promueve la aplicación de los conocimientos adquiridos al mundo real. Estos casos son diseñados para ser resueltos de manera colaborativa durante las sesiones de clase, como se describe en la Sección 2.3.

Todos estos materiales fueron elaborados tanto en español como en inglés, adaptándose así al contexto del grado Bilingüe de este centro e incluyendo también a los estudiantes internacionales.

### 2.2 Preparación para la clase: Estudio autónomo previo

Con el objetivo de fomentar la responsabilidad individual y el aprendizaje autónomo, se ofreció acceso a los materiales elaborados una semana antes de cada sesión práctica. Esto permite a los estudiantes:

- Estudiar los conceptos clave de manera anticipada y a su propio ritmo, reduciendo la ansiedad que puede generar la exposición a conceptos complejos en el limitado tiempo disponible en clase.
- Familiarizarse con el lenguaje de programación y las herramientas necesarias (MATLAB), lo cual es fundamental dado que muchos estudiantes enfrentan dificultades iniciales en programación.
- Identificar dudas previas sobre los contenidos, facilitando que puedan abordarlas con el profesor durante la clase.

Módulo	Práctica	Material	Duración
Complejidad y combinatoria	1. Complejidad	Cuaderno de MATLAB	-
		Videos	22 minutos
		Caso práctico	60 minutos
	2. Clase P vs NP	Cuaderno de MATLAB	-
		Videos	27 minutos
		Caso práctico	60 minutos
	3. Recursividad e iteración	Cuaderno de MATLAB	-
		Videos	20 minutos
		Caso práctico	60 minutos
Aritmética modular y criptografía	4. Aritmética modular	Cuaderno de MATLAB	-
		Videos	30 minutos
		Caso práctico	60 minutos
	5. Criptografía. El sistema RSA	Cuaderno de MATLAB	-
		Videos	22 minutos
		Caso práctico	60 minutos
	6. Criptografía. Aplicaciones del RSA	Cuaderno de MATLAB	-
		Videos	22 minutos
		Caso práctico	60 minutos
Teoría de grafos	7. Introducción a los grafos con MATLAB	Cuaderno de MATLAB	-
		Videos	30 minutos
		Caso práctico	60 minutos
	8. Problemas de caminos mínimos	Cuaderno de MATLAB	-
		Videos	16 minutos
		Caso práctico	60 minutos
	9. Árbol generador de mínimo coste	Cuaderno de MATLAB	-
		Videos	25 minutos
		Caso práctico	60 minutos

Tabla 1. Materiales desarrollados.

### 2.3 Dinámica de la Clase Invertida

Durante las sesiones prácticas, se transformó el rol del profesor y la dinámica de la clase en varios aspectos:

- Repaso inicial breve: Al inicio de cada práctica, el profesor realizaba un breve repaso de los conceptos clave y de los materiales de apoyo, resolviendo dudas generales surgidas durante el estudio previo.
- Trabajo colaborativo en casos prácticos: Los estudiantes abordaron los ejercicios y casos prácticos en grupos pequeños, promoviendo la colaboración y el aprendizaje entre pares. Este enfoque permite que los estudiantes desarrollen habilidades de trabajo en equipo y se beneficien de la perspectiva de sus compañeros.
- Rol del profesor como facilitador: En lugar de dirigir la clase de manera expositiva, el profesor asumió un papel de facilitador, dedicándose a resolver dudas puntuales y a orientar a los estudiantes en la resolución de los casos. Esto permite que el profesor pueda dar feedback individualizado.

### 2.4 Evaluación y seguimiento continuo

Como parte de esta metodología, se implementó un sistema de seguimiento semanal del progreso de cada estudiante en la sección práctica de la asignatura. Este seguimiento incluyó:

- Al inicio de la clase se comprueba que los ejercicios planteados en los cuadernos han sido realizados por los alumnos, con el objeto de acreditar el trabajo previo de los alumnos.
- Cuando los alumnos consiguen resolver el caso propuesto en clase, este es revisado por el profesor, que proporciona feedback o considera que la actividad ha sido realizada correctamente, lo cual es tenido en cuenta para la evaluación de estas actividades.

Este seguimiento semanal ha permitido detectar con antelación las áreas en las que los estudiantes tenían mayores dificultades, así como disponer de un registro del progreso individual de cada estudiante.

### 3. Resultados

Esta metodología ha sido realizada dentro del proyecto de Innovación docente de la UCLM “Diseño, implementación y evaluación de una metodología de clase invertida para la impartición de prácticas de laboratorio de la asignatura de Álgebra y Matemática Discreta en el Grado en Ingeniería Informática”. En particular, se ha implementado como un programa piloto durante el curso 2023/24 en los ocho grupos de prácticas de la asignatura Álgebra y Matemática Discreta del Grado en Ingeniería Informática de Ciudad Real. Es importante reseñar que dos de estos grupos se han impartido completamente en inglés al estar dentro del grado Bilingüe.

Una vez terminado el curso académico, se realizó una encuesta anónima entre el alumnado para recabar la opinión de los estudiantes sobre los materiales generados y la metodología empleada en prácticas. El objetivo es evaluar mediante el uso de técnicas estadísticas el rendimiento de los estudiantes en base a los resultados académicos obtenidos. Se compararán los resultados obtenidos con aquellos de los cursos anteriores.

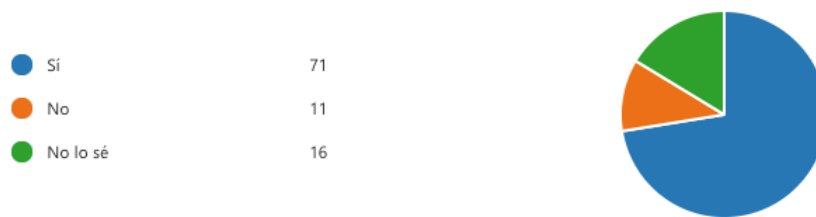
Tras realizar la experiencia piloto, el número de alumnos participantes en la encuesta final ha sido de 98. De los cuales 20 eran alumnos del grado Bilingüe. Destaca que el grado de utilización de los vídeos y el material elaborado es del 76%. La valoración promedio de la calidad del material didáctico elaborado es de 4.32 sobre 5 puntos, siendo la nota más baja obtenida en la encuesta 3 puntos.

Respecto al trabajo autónomo desarrollado por cada alumno semanalmente, se ha obtenido la siguiente distribución:

● 0-1 hora	18
● 1-2 horas	62
● 2-3 horas	14
● +3 horas	4



Además, se ha preguntado a los alumnos si consideran que las prácticas desarrolladas han aumentado su motivación para aprender los contenidos desarrollados en la asignatura, obteniendo un 72% de respuestas afirmativas, como se puede ver en el siguiente gráfico. Además, un 91% de los estudiantes afirman que esta metodología propuesta les ha ayudado a afianzar los contenidos tratados en la asignatura.



Finalmente, evaluando la experiencia global de los alumnos, se ha obtenido un Net Promoter Score de 8, teniendo 22 alumnos promotores y 62 pasivos.

#### 4. Conclusiones

La implementación de la metodología de “clase invertida” en la asignatura ha sido muy bien acogida por los alumnos de la asignatura, que manifiestan que sienten que ha mejorado la eficacia y eficiencia en el aprendizaje de la parte práctica de la asignatura. Los materiales interactivos, cuadernos en MATLAB, videos explicativos y ejercicios prácticos, han facilitado que los estudiantes asimilen los contenidos a su propio ritmo, además, los casos prácticos han permitido generar un entorno de aprendizaje distendido y participativo como ha sido percibido por los profesores.

La encuesta realizada muestra una alta valoración del material y la metodología, con un 76% de uso y una calificación de 4.32 sobre 5 en calidad, además de un 91% de estudiantes que consideran que la metodología les ayudó a consolidar conocimientos. Esta experiencia piloto sugiere un impacto positivo en el alumnado y recomienda continuar con su uso el próximo curso académico.

#### Bibliografía

Benavent, Xaro, Ricardo Ferris, Esther de Ves, y Jesús V. Albert. “Clase invertida en asignaturas de programación usando la plataforma de e-learning Moodle.” *Actas de las Jenui*, vol. 5, pp. 329-332. Valencia, 2020.

Navarro, Joan, Daniel Amo, Xavi Canaleta, Ester Vidaña-Vila, y Carme Martínez. “Utilizando analítica del aprendizaje en una clase invertida: Experiencia de uso en la asignatura de Sistemas Digitales y Microprocesadores.” *Actas de las Jenui*, vol. 3, pp. 391-394. Barcelona, 2018.

Rueda, Silvia, J. Ignacio Panach, Miriam Gil, Sergio Casas, y Mariano Pérez. “Cuando la clase invertida no es suficiente: estrategias para motivar al alumnado en Ingeniería del Software.” *Actas de las Jenui*, vol. 5, pp. 125-132. Valencia, Universitat de València, 2020.

Bergmann, Jonathan, y Aaron Sams. *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington DC: International Society for Technology in Education, 2012.