



# UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2023/2024

Nº de Proyecto: 365

La metodología “flipped classroom” como herramienta  
para dinamizar los laboratorios de Química Analítica

Responsable del Proyecto: Esther Sánchez Tirado

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Química Analítica

## **1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

El modelo de enseñanza universitaria tradicional, donde los estudiantes permanecen con una actitud pasiva, está siendo sustituido por nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje que resultan más motivadoras y promueven un aprendizaje activo y autónomo, constituyendo un modelo que atiende a las necesidades particulares de cada individuo, donde el alumnado participa en la construcción del conocimiento. Una de las principales aportaciones de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) a la educación, especialmente en los últimos años, han sido las distintas posibilidades que aparecen en el ámbito del aprendizaje formal e informal en entornos abiertos y flexibles.

La metodología “flipped classroom” o aula invertida tiene por objetivo principal que los alumnos asuman un rol mucho más activo en su proceso de aprendizaje, a diferencia del que venían ocupando tradicionalmente. Además, la novedad de esta metodología pedagógica y su principal potencial radica en la transferencia de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula. De este modo, los docentes facilitan previamente a los estudiantes los conceptos teóricos, en forma de recursos audiovisuales, para aprovechar el tiempo en el aula en potenciar los procesos de adquisición y práctica de dichos conocimientos, así como la adquisición de competencias para identificar los contenidos de interés, favoreciendo el pensamiento crítico a partir del acceso previo a la información.

El presente proyecto de Innovación Docente ha implementado con éxito la metodología “flipped classroom” o aula invertida en los laboratorios de las asignaturas impartidas por el Departamento de Química Analítica en los Grados de Química e Ingeniería Química, específicamente en el laboratorio de la asignatura Química Analítica II, en el que se abordan técnicas instrumentales ópticas de análisis.

El modelo tradicional de impartición de esta asignatura práctica en las diferentes asignaturas de los Grados impartidos en la Facultad ha sido presencial, acompañada de una explicación teórica previa por parte del profesor en el laboratorio antes del comienzo de cada práctica. Sin embargo, la situación excepcional vivida como consecuencia de la pandemia puso de manifiesto la necesidad de disponer de un repositorio de prácticas virtualizadas en las diferentes asignaturas, que sean de gran ayuda para facilitar el aprendizaje de los alumnos y facilitar una transferencia de conocimiento de manera constructiva y colaborativa.

De esta necesidad surge la idea de implementar una enseñanza semipresencial o mixta, que combine la presencialidad y la virtualidad, tomando en cada momento lo mejor de cada una, siendo así donde mejor se puede implementar la metodología

“flipped classroom” o aula invertida, planteándose la necesidad de transferir parte del proceso de enseñanza-aprendizaje fuera del laboratorio con el fin de emplear el tiempo de prácticas para potenciar el desarrollo de procesos cognitivos de mayor complejidad que favorezcan un aprendizaje más significativo. De este modo, haciendo uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) que la Universidad Complutense de Madrid pone a disposición del Personal Docente e Investigador (PDI), Personal Técnico, de Gestión y de Administración y Servicios (PTGAS) y estudiantes, como la plataforma de enseñanza en línea Moodle en la que se encuentra integrado el Campus Virtual, se puede poner en práctica con esta metodología, en la que la instrucción directa se desplaza de la dimensión del aprendizaje grupal a la dimensión del aprendizaje individual, transformándose el espacio grupal restante en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo en el que el profesor guía a los estudiantes hacia la aplicación de los conceptos aprendidos.

El objetivo general de este proyecto es el desarrollo de una batería de recursos digitales específicos para la implementación de la estrategia didáctica “flipped classroom” o aula invertida en el laboratorio de la asignatura Química Analítica II del Grado en Química, impartida por los docentes del Departamento de Química Analítica, fomentando la participación activa de los estudiantes y el autoaprendizaje fuera del aula, haciendo que los alumnos sean los protagonistas de su proceso de aprendizaje. Como objetivos específicos destacan los siguientes:

1. Continuar la formación del profesorado participante en el presente Proyecto de Innovación Docente en la metodología “flipped classroom” o aula invertida.
2. Continuar ampliando los conocimientos del profesorado del Departamento de Química Analítica en las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs), que la Universidad Complutense de Madrid pone a su disposición, con el fin de seguir complementando los conocimientos digitales del profesorado y favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno en el entorno virtual.
3. Continuar identificando las metas perseguidas por los estudiantes en un contexto digitalizado, con el fin de poder anticiparnos a sus necesidades y planificar las sucesivas mejoras.
4. Ampliar la batería de recursos digitales en la plataforma Moodle para poder aplicar la metodología “flipped classroom” o aula invertida en el laboratorio de la asignatura Química Analítica II, que también sirva de modelo para otros que forman parte de los contenidos curriculares de varias asignaturas impartidas por el Departamento de Química Analítica, así como por la Facultad de Ciencias Químicas.

## 2. Objetivos alcanzados

Durante el desarrollo de este Proyecto de Innovación se han alcanzado todos los objetivos propuestos inicialmente. Como parte de las actividades planteadas se ha desarrollado una batería de recursos digitales específicos para poner en práctica de forma efectiva la metodología “flipped classroom” o aula invertida en el laboratorio de la asignatura Química Analítica II del Grado en Química. Además, se ha sustituido el sistema tradicional de evaluación, basado en la realización de una memoria/informe, por uno más acorde con los principios de la estrategia didáctica “flipped classroom” o aula invertida, en el que los alumnos van completando en el laboratorio una hoja de resultados a medida que van realizando cada una de las prácticas y comentan con el profesor unas cuestiones sobre el fundamento de cada una de las técnicas empleadas, con el objetivo de afianzar los conocimientos adquiridos a su ritmo fuera del laboratorio. Teniendo en cuenta la retroalimentación proporcionada por los estudiantes, esta forma de evaluación permite a los alumnos cultivar el pensamiento crítico y establecer sus propios juicios en base a los resultados obtenidos.

El equipo de trabajo, formado por siete profesores de la Facultad de Ciencias Químicas, un profesor de la Facultad de Medicina, un miembro del PTGAS y tres estudiantes, se dividió en tres grupos de trabajo con tareas perfectamente diferenciadas.

El primer equipo, cuyo responsable ha sido Ángel Julio Reviejo García, se encargó de la elaboración y actualización del material didáctico, llevando a cabo una adaptación del contenido teórico de la asignatura, para que pudiera ser abordado empleando la metodología didáctica “flipped classroom” o aula invertida. Asimismo, se encargó de la elaboración de un banco de preguntas, que fue utilizado para la evaluación posterior del alumnado, siguiendo los principios de esta estrategia didáctica.

El segundo equipo, cuya responsable ha sido Araceli González Cortés, se encargó de la preparación y grabación del material audiovisual, necesario para dar soporte al material didáctico elaborado por el primer equipo, así como de la edición de los contenidos. En este equipo de trabajo se contó con Ángel Felipe García Martín, de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, experto en la herramienta H5P, que permitió integrar de manera sencilla en el Campus Virtual el banco de contenidos necesario para la implementación de esta nueva estrategia docente en el Campus Virtual.

El tercer equipo, cuya responsable ha sido Lourdes Aguí Chicharro, se encargó de la supervisión del material generado, así como de la preparación, realización y evaluación de las encuestas al alumnado.

Con respecto al grado de conocimiento en herramientas digitales de los profesores implicados en el presente proyecto que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en el entorno de la metodología “flipped classroom” o aula invertida, la mayoría de los docentes realizaron cursos para tal propósito como: “Taller de aula invertida adaptativa”, “Desarrolla vídeos para la docencia virtual”, “Evaluación educativa: instrumentos y procedimientos”, “Cómo diseñar pedagógicamente un programa docente”, “Recursos y estrategias para la docencia y la evaluación semipresencial y online”, “Microsoft Teams para docencia”, “Creación, gestión y evaluación de actividades a través del Campus Virtual”, “El podcast como herramienta de innovación docente”, “Introducción a las herramientas de Inteligencia Artificial Generativa para la docencia universitaria”, etc.

Por otro lado, con el objetivo de identificar las metas de aprendizaje para motivar a los estudiantes con esta nueva metodología, los estudiantes implicados en este proyecto han visionado el material preparado y han identificado los aspectos a mejorar.

### **3. Metodología empleada en el proyecto**

La metodología seguida durante el desarrollo del proyecto para la elaboración del material docente necesario para implementar la estrategia educativa “flipped classroom” o aula invertida, así como su implantación y mantenimiento no ha necesitado inversión económica, puesto que la Universidad Complutense de Madrid ofrece un adecuado soporte institucional y tecnológico que ha permitido incorporar esta propuesta al laboratorio de la asignatura Química Analítica II, a través del Campus Virtual de la misma.

Para la adquisición de los vídeos, su maquetación digital y la elaboración del material didáctico se utilizaron los smartphones y ordenadores personales de los integrantes del equipo.

Los recursos digitales que se han utilizado principalmente son:

- El Campus Virtual, incluido dentro de la plataforma Moodle, que ha permitido implementar el e-learning en la enseñanza y aprendizaje universitario.
- Las aplicaciones informáticas incluidas en el catálogo que ofrece la Universidad Complutense de Madrid de forma gratuita a toda la comunidad universitaria y las aplicaciones en la nube de Google-UCM.
- El portal virtual y los servicios informáticos de la Universidad Complutense de Madrid, que ofrecen el soporte necesario para llevar a cabo la virtualización y publicación de contenidos docentes, como, por ejemplo, subir vídeos a YouTube.

- El material audiovisual y otro material en línea, creado por el Departamento de Química Analítica durante la pandemia, que ha servido de base para la adaptación de las prácticas a esta nueva metodología.

#### **4. Recursos humanos**

En cuanto a los recursos humanos, la participación de profesores de los Departamentos de Química Analítica y Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Químicas y del Departamento de Medicina Legal, Psiquiatría y Patología de la Facultad de Medicina, con muchos años de experiencia docente, entrenados en la virtualización de las asignaturas y concienciados con la necesidad de implementar nuevas metodologías adaptadas a las necesidades actuales, así como de estudiantes, más familiarizados con las nuevas tecnologías y las necesidades actuales del estudiantado, han asegurado el éxito del proyecto.

En definitiva, se ha combinado la formación de los distintos docentes con la perspectiva y el entusiasmo de los estudiantes, creando un equipo en el que cada participante ha sido un recurso de aprendizaje para el resto, dispuesto a afrontar un reto tan ambicioso y necesario como el planteado en este proyecto:

Los recursos humanos con los que se ha contado en este Proyecto de Innovación incluyen:

- Seis profesores del Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Químicas (Esther Sánchez Tirado - Coordinadora, Lourdes Agüí Chicharro, Araceli González Cortés, María Raquel Mateos Briz, Ángel Julio Reviejo García y Paloma Yáñez-Sedeño Orive).
- Un profesor del Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Químicas (Santiago Romano Martín).
- Un profesor del Departamento de Medicina Legal, Psiquiatría y Patología de la Facultad de Medicina (Ángel Felipe García Martín)
- Un miembro del PTGAS del Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Químicas (Miriam Blanco Asenjo).
- Tres estudiantes del Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Químicas (Lorena García Rodrigo, Claudia Ramos López y Álvaro Rico Hermoso).

## 5. Desarrollo de las actividades

El trabajo realizado por los miembros del equipo se ha consolidado dentro de la plataforma virtual creada durante el curso académico 2023/2024 para el laboratorio de la asignatura Química Analítica II del Grado en Química, siguiendo la metodología y el plan de trabajo establecidos en la propuesta del proyecto. Dicho laboratorio se ha utilizado durante el curso académico 2023/2024 y se puede acceder a él a través del Campus Virtual de la Universidad Complutense de Madrid.

A continuación, se detalla el material didáctico elaborado:

- Descripción del Laboratorio de Química Analítica: se ha preparado, a modo de visita virtual, un vídeo de los laboratorios donde se realizan las prácticas de la asignatura, para que los estudiantes conozcan de antemano dónde se sitúan los recursos que van a utilizar en el laboratorio.
- Calendario de prácticas: se ha facilitado a los estudiantes un archivo donde se encuentran los horarios de los seminarios presenciales, las sesiones de laboratorio y las fechas de los exámenes, así como los subgrupos de trabajo y el profesor asignado a cada uno.
- Normas de seguridad: se ha incluido, en sustitución del Documento sobre Normas de Seguridad en los Laboratorios Docentes, un Resumen del Reglamento CLP (CE nº 1272/2008) y un folleto de pictogramas de peligro químicos, elaborado por la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA).
- Seminario: al igual que en años anteriores, se ha realizado un seminario teórico de introducción previo al comienzo del laboratorio, para que los estudiantes pudieran valorar su utilidad y compararlo con la nueva metodología propuesta.
- Guion de Prácticas de Laboratorio: se ha facilitado a los estudiantes un documento en el que se detalla el procedimiento experimental de cada una de las prácticas a realizar.
- Material didáctico para implementar la estrategia educativa “flipped classroom” o aula invertida: se ha proporcionado a los estudiantes el material teórico necesario para poder desarrollar de forma autónoma las prácticas de laboratorio.
- Plantilla para la elaboración de las hojas de datos: con el fin de facilitar la toma de datos a los estudiantes y unificar su formato, de forma que también se facilite su corrección, se ha proporcionado a los estudiantes una plantilla para la preparación de las mismas.

- Cuestionario: se ha elaborado una batería de cuestiones para cada una de las prácticas, con el objetivo de que cada profesor pueda elegir un par de ellas para evaluar a los estudiantes en el laboratorio, tras la realización de la práctica.

Esta nueva metodología se ha implementado por primera vez durante el curso académico 2023/2024 en el laboratorio de Química Analítica II, a la vez que se han mantenido los seminarios teóricos tradicionales, impartidos durante los cursos anteriores.

Manteniendo la estrategia didáctica tradicional e incluyendo como novedad la metodología “flipped classroom” o aula invertida, los estudiantes han podido comparar ambas y valorar cuál de ellas se ajusta mejor a sus necesidades de aprendizaje.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la encuesta realizada, todos los estudiantes han valorado muy positivamente la implementación de la estrategia didáctica “flipped classroom” o aula invertida frente a la tradicional.

Haciendo convivir ambas estrategias didácticas, la tradicional y la “flipped classroom” o aula invertida, los estudiantes han podido valorar cuál de ellas se ajusta mejor a sus necesidades y la respuesta mayoritaria obtenida ha sido en favor de la metodología “flipped classroom” o aula invertida frente a la tradicional. De hecho, los propios estudiantes han solicitado la eliminación de los seminarios teóricos convencionales en favor de la nueva metodología propuesta para cursos posteriores.

Aprovechando las ventajas que ofrece esta metodología, los estudiantes han podido preparar con antelación cada una de las prácticas, formando distintos equipos de trabajo, en constante colaboración, para agilizar el desarrollo de las mismas, evitando los tiempos muertos. Esto les ha permitido disponer de tiempo suficiente al finalizar cada sesión para resolver dudas y completar la hoja de resultados en los ordenadores del laboratorio, no siendo necesario realizar ningún trabajo adicional en casa.

De este modo, se puede concluir que la implementación de la estrategia didáctica “flipped classroom” o aula invertida en el laboratorio de Química Analítica II ha sido un éxito y que, por su acogida, sería interesante también su implementación en otras asignaturas impartidas tanto en el Departamento como en la Facultad.