

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE AULA INVERTIDA EN LA ASIGNATURA DE REACTORES QUÍMICOS

**Emilio J. González*, Ismael Díaz, Manuel Rodríguez, María González-Miquel,
Ramón López, Clara Pedrosa**

Educational Innovation in Chemical Engineering (EIChe) – ETSI Industriales –
Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: ej.gonzalez@upm.es

Resumen. El presente proyecto es una experiencia piloto basada en la implementación de la metodología de aula invertida en temas concretos de la asignatura “Reactores Químicos”, la cual se imparte en tercer curso del Grado de Ingeniería Química. Aunque la propuesta gira entorno al uso de esta metodología como una alternativa a las clases magistrales tradicionales, durante este proyecto se han incluido también otras experiencias como el aprendizaje interactivo basado en evidencias (*peer instruction*), el aprendizaje colaborativo o la gamificación. Con esta nueva propuesta los contenidos teóricos se trabajan fuera del aula y las horas de clase se utilizan para desarrollar actividades de aprendizaje individualizado y más significativo, profundizando en aquellos aspectos de mayor dificultad. De este modo, se optimiza mejor el tiempo que se dedica en clase. Además de fomentar la participación de todos los alumnos, nos permite centrarnos en las dudas, los conceptos y los problemas que tengan los alumnos.

Palabras clave: Aprendizaje Activo, Aprendizaje Adaptativo, Aula Invertida-Flipped classroom, Autoaprendizaje-Aprendizaje Autónomo, Calidad en la enseñanza, Desarrollo de TIC's, Entornos Personales de Aprendizaje (PLS), Gamificación, Grado, Just in Time Teaching (JiTT), Uso de las TIC, Video educativo.

1. Introducción

La metodología conocida como *flipped classroom* (aula invertida) se ha convertido en los últimos años en un recurso didáctico de gran relevancia, debido, en gran medida, al desarrollo y accesibilidad a nuevos recursos multimedia. El origen metodológico de la clase invertida se lo debemos a Lage y col. [1] y a la concreción práctica desarrollada posteriormente por Bergmann y Sams [2]. Esta metodología busca invertir los momentos y roles de la enseñanza tradicional: los conceptos teóricos son consultados por el estudiante mediante herramientas multimedia y las clases presenciales se convierten en exploración y práctica de los conocimientos y competencias que se pretenden desarrollar, incentivando el trabajo autónomo y cooperativo del alumnado [3,4].

Si bien el aula invertida es la metodología más conocida, es común encontrar este modelo integrado en otros enfoques pedagógicos y herramientas que buscan ser más atractivos para los estudiantes. Entre ellos, destacan el modelo que combina el aula invertida con instrucción por pares (*Flipped learning +Peer instruction*), donde alumnos con diferentes respuestas encuentran una respuesta común basada en sus propias explicaciones, o aquellos que introducen elementos de gamificación en el proceso de aprendizaje (*Flipped learning + gamification*); es decir, aplican mecanismos propios del juego en situaciones no relacionadas directamente con éste. La gamificación fomenta una competencia sana entre los estudiantes que ayuda aprender de forma divertida y motivante, pudiendo ser implementada mediante insignias, barras de progreso, tabla de posiciones, etc.

En este trabajo se presenta una experiencia piloto basada en la metodología de aula invertida, combinada con “*peer instruction*”, trabajo colaborativo y gamificación, como estrategia para gestionar el aprendizaje de los temas introductorios en la asignatura de “Reactores Químicos”: Esta asignatura se imparte en tercer curso del Grado de Ingeniería Química y es una asignatura que combina la teoría con ejercicios prácticos de diversa complejidad, a través de los cuales los alumnos aprenden a diseñar y analizar los equipos industriales donde tienen lugar las reacciones químicas. Hasta el momento, todos los temas se explicaban siguiendo la metodología clásica, basada en clases magistrales. Aunque se intentaba que éstas fuesen lo más participativas posibles, no siempre se consigue la implicación del alumnado y, en muchos casos, muestran una actitud pasiva, dedicando su tiempo a la toma de apuntes, que procesan posteriormente en casa.

Con esta nueva propuesta se pretende que los contenidos teóricos se trabajen fuera del aula y el tiempo presencial en el aula sea utilizado para desarrollar actividades de aprendizaje individualizado y más significativo o para abrir foros de discusión, optimizando mejor el tiempo que se dedica en clase, e involucrando a todos a todos los alumnos a través de la instrucción por pares, el trabajo colaborativo y la gamificación.

2. Objetivos, material y metodología:

Los dos objetivos principales de este trabajo son elaborar el material necesario para llevar a cabo una metodología de aula invertida e implementarla como complemento de las clases magistrales en una asignatura del grado en Ingeniería Química, concretamente en Reactores químicos. La consecución de ambos objetivos lleva implícito el logro de los siguientes ítems:

- Abrir foros de discusión que potencien la participación e incrementen la motivación e interés de los alumnos por la asignatura.
- Aumentar la comprensión de los conceptos más complejos por parte de los estudiantes.
- Mejorar el aprendizaje global y las competencias adquiridas por los estudiantes.
- Inculcar la importancia del autoaprendizaje a los alumnos.

A continuación, se indica el material elaborado y utilizado en esta experiencia:

- Grabación de videos educativos: Utilizando el programa Active Presenter se han elaborado diferentes videos y *screencasts* (vídeos cortos de capturas de pantalla) donde el profesor introduce conceptos teóricos, narra la resolución de un problema, o explica algunas ideas o conceptos específicos. En cuanto a la resolución de los problemas, en algunos casos se ha utilizado una tableta gráfica, que permite explicar el problema como si estuviésemos utilizando lápiz y papel, y en otros se han realizado videos capturando directamente el PowerPoint u otro programa informático usado (Excel, Matlab, Aspen, etc.).
- Redacción de textos con teoría y ejercicios resueltos
- Elaboración de test de concepto: Se han preparado multitud de preguntas de respuesta múltiple sobre conceptos importantes de los diferentes temas y que permiten evaluar la comprensión que ha alcanzado el alumno. Parte de estas preguntas han sido utilizadas para preparar presentaciones utilizando los programas Mentimeter y Kahhot.

En relación a la metodología seguida en este proyecto es la siguiente:

1. El profesor sube a la plataforma educativa, en este caso Moodle, todo el material que el alumno debe visualizar en casa antes de las clases, lo cual notifica a los alumnos a través de un mensaje. Este aspecto es muy importante para evitar que los alumnos se despisten y no visualicen el material.

2. En el aula, durante los primeros 10-15 min de clases, se realizan los test de concepto siguiendo la metodología de *peer instruction*. Tal y como se ha comentado anteriormente, *peer instruction* es un aprendizaje interactivo donde los alumnos, a nivel individual, responden a una pregunta -test de concepto-; posteriormente, se ven las respuestas y se hace una reflexión entre varios estudiantes; tras esta reflexión se hace una nueva respuesta a la pregunta y finalmente el instructor señala la respuesta correcta y se discute sobre su solución.
En este caso, para mostrar a los alumnos los test de concepto se han utilizado los programas Mentimeter y Kahoot. Se trata de dos herramientas que, entre otras muchas cosas, permiten visualizar las respuestas de los alumnos a tiempo real, fomentar debates, o crear concursos en el aula como herramienta para aprender o reforzar el aprendizaje. Los alumnos se crean su avatar y contestan a una serie de preguntas a través de su teléfono móvil o tableta. Finalmente, gana quien obtiene más puntuación. En el caso de Kahoot, esto se puede introducir de forma muy sencilla, por ejemplo, premiando el acierto y el tiempo consumido para responder (tabla de posiciones). Una de las ventajas más importante de esta metodología es que permite, tanto al profesor como a los estudiantes, ver su nivel de aprendizaje y comprensión.
3. El tiempo restante en el aula se utiliza para explicar conceptos más complicados a través de la clase magistral, resolver las dudas que tengan los alumnos y realizar tareas y ejercicios que permitan al alumno aplicar los contenidos teóricos.
4. Con el fin de conocer la opinión de los alumnos en relación al método, las herramientas utilizadas y el material proporcionado, se ha elaborado una encuesta cuyos resultados más relevantes se muestran en el apartado de resultados.

3. Resultados:

La asignatura "Reactores Químicos" es una asignatura esencial en el grado de Ingeniería Química, por lo que esta experiencia piloto únicamente ha sido implementada en los temas introductorios y de menor complejidad. En concreto, se han invertido parte de los temas relacionados con la estequiometría y cinética de las reacciones y los casos más básicos del diseño de reactores ideales. En función de los resultados obtenidos en las evaluaciones de los alumnos, cuyos resultados se conocerán en los próximos meses, si éstos son positivos, la idea es extenderlo al resto de temas.

A priori, todo parece indicar que la metodología de aula invertida combinada con la clase magistral y otros enfoques educativos como la instrucción por pares y la gamificación parece adecuada para una asignatura teórico-práctica como ésta. Sin embargo, hay aspectos que no se han tenido en cuenta y que, sin duda, contribuirían a mejor considerablemente la implicación del alumnado. Se ha observado que muchos alumnos no ven los videos antes de la clase y no se involucran al cien por cien en el proceso de aprendizaje. Para evitar esto, se podría incluir una evaluación continua, premiando la visualización de los videos (necesidad de tener registradas las visitas) e incluyendo cuestionarios con preguntas de comprensión al finalizar cada video. Una buena estrategia sería conceder una pequeña puntuación a los alumnos que, además de ver los videos, contesten correctamente a un porcentaje de preguntas del cuestionario de autoevaluación.

Con el objetivo de conocer la opinión del alumnado se ha realizado una encuesta, basada principalmente en escala de Likert de 4 niveles, que incluye preguntas tanto de la metodología de aula invertida como del material proporcionado (videos, textos, etc.). A continuación, se resumen los resultados más importantes:

- Más del 85 % de los encuestados conocían la metodología de aula invertida y en torno al 65% habían participado anteriormente en experiencias similares. Más del 70 % de los alumnos la consideran interesante o muy interesante y un porcentaje similar opina que incrementa la calidad de la enseñanza.
- En cuanto a la asignatura de reactores, en torno al 30 % del alumnado encuestado opina que este modelo facilita poco el aprendizaje de esta asignatura frente a un 70 % que considera que sí.
- La mayoría de los encuestados están satisfechos y muy satisfechos con esta metodología (56,3 % y 18,8 %, respectivamente) y más del 60 % considera que debe ser extendida a más temas de asignatura.
- En cuanto al grado de satisfacción general con esta metodología en la asignatura de Reactores Químicos, los resultados muestran que el 25,1 % se siente nada o poco satisfecho mientras el resto muestra un grado de satisfacción alto o muy alto (56,3% y 18,8 %, respectivamente).
- En general, los alumnos están satisfechos con los contenidos, la calidad y la utilidad del material proporcionado (superior al 90 % en todos los casos) aunque se observa mayor disconformidad en relación a la cantidad (el 43,8 % está nada o poco satisfecho).

4. Conclusiones:

En este trabajo se presenta una experiencia piloto basada en la combinación de aula invertida y otras metodologías docentes (instrucción por pares, aprendizaje colaborativo o la gamificación) en la asignatura de Reactores Químicos, del grado de Ingeniería Química. Se plantea como un complemento a la clase magistral, no como algo único.

Con esta propuesta, los contenidos teóricos son estudiados por el alumno fuera de clase (colaborando activamente en su propio aprendizaje) mientras que las clases se utilizan para discutir conceptos, profundizar en otros y resolver dudas y cuestiones planteadas por los alumnos. Además de optimizar las horas de docencia en aula, se promueve la participación de todos los alumnos y se fomenta el aprendizaje colaborativo.

Aunque hay muchos aspectos se deben mejorar, como por ejemplo incluir algún sistema de evaluación continua para involucrar al alumnado al cien por cien en el proceso de aprendizaje; en líneas generales, la opinión de los alumnos es bastante satisfactoria, por lo que la metodología propuesta parece ser una buena opción para implementar en la asignatura de Reactores Químicos y otras de características similares.

REFERENCIAS

- [1] M. J. Lage y col., "Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *Journal of Economic Education*, Vol. 31, pp. 30-43, (2000).
- [2] J. Bergmann, J. y A. Sams, *Flip your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every day*, Washington, DC: ISTE; and Alexandria, VA: ASCD, (2002).
- [3] B. F. Mora Ramírez, "Las aulas invertidas: una estrategia para enseñar y otra forma de aprender física", *Revista Inventum*, Vol. 12, pp. 43-52, (2017).
- [4] A.C. Blasco y col. "La clase invertida y el uso de video de software educativo en la formación inicial del profesorado. Estudio cualitativo", *Revista d'innovació educativa*, Num. 17, (2016). Disponible: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349551247003>