Propuesta de clase inversa en la asignatura Tecnología Ambiental y de Procesos

Mónica Coca Sanz[1*], Susana Lucas Yagüe[1], Mª Teresa García Cubero[1], Ángel Cartón López[1], Miguel Ángel Urueña Alonso[1], Pedro Plaza Lázaro[1], Marina Fernández Delgado[1], Juan Carlos López-Linares[2], Gamaliel López Rodríguez[3], Ana Mª Rodríguez-Rodríguez[3] y Francisco J. Deive Heva[4]

[1]Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingenierías Industriales (sede Mergelina), Universidad de Valladolid, [*]susana@iq.uva.es

[2]Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales, Universidad de Jaén

[3]Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Universidad de Valladolid

[4]Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Vigo

Resumen

En la asignatura Tecnología Ambiental y de Procesos se ha diseñado un proyecto de aula invertida. Los estudiantes deberán comprender los conceptos a través de videos explicativos, cumplimentar cuestionarios para valorar su nivel de comprensión, resolver en clase casos prácticos y realizar un seminario grupal para aplicar los conceptos aprendidos.

Palabras clave

Clase inversa, competencias transversales, tecnología ambiental, procesos industriales, ingeniería industrial.

Introducción

En los últimos años el modelo de enseñanza-aprendizaje denominado *Flipped Classroom* se está posicionando como estrategia docente en todos los niveles de educación incluida la enseñanza universitaria (Brewer y Movahedazarhouligh, 2018; Berret, 2012).

La clase inversa o *Flipped Classroom* (FC) es un modelo pedagógico que transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y

utiliza el tiempo de clase y la experiencia del docente, para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos dentro del aula.

Flippear una clase es mucho más que la edición y distribución de unos materiales (papers, videos, enlaces a webs, etc.). Se trata de un enfoque integral que combina la instrucción directa con métodos constructivistas, el incremento de compromiso e implicación de los estudiantes con el contenido del curso y mejorar su comprensión conceptual (Baker, 2012; Bergmann y Sams, 2012; Prieto Martín, 2017). Se trata de un enfoque integral que, cuando se aplica con éxito, apoyará todas las fases de un ciclo de aprendizaje (Taxonomía de Bloom).

Cuando los docentes diseñan una clase inversa, el tiempo de clase se libera para que se pueda facilitar la participación de los estudiantes en el aprendizaje activo a través de preguntas, discusiones y actividades aplicadas que fomentan la exploración, la articulación y aplicación de ideas.

Los datos rigurosos, tanto cualitativos como cuantitativos, sobre el aprendizaje basado en *Flipped Classrooms* son limitados, pero hay una gran cantidad de investigación que apoya la eficacia de los elementos clave del modelo con respecto a las estrategias de enseñanza que conducen a que los estudiantes se involucren más en su aprendizaje (Fulton, 2012; Fortanet et al., 2014).

En general, los profesores que están invirtiendo sus aulas confirman mayores logros de los estudiantes, una mayor participación de los mismos y la mejora de las actitudes hacia el aprendizaje. Muchos docentes se sienten revitalizados y satisfechos por su mayor interacción con los estudiantes. La investigación inicial sugiere que el modelo de aprendizaje *Flipped* es prometedor y merece mayor investigación (Touron, 2013).

Objetivos

El objetivo de esta experiencia de innovación educativa es realizar una propuesta de metodología de clase inversa en la asignatura de Tecnología Ambiental y de Procesos. El proyecto se implementará en el segundo cuatrimestre del curso 2020/2021. Tras su aplicación se podrá comprobar la idoneidad de dicha actividad en el aprendizaje de determinadas competencias específicas y transversales de la asignatura.

Los objetivos parciales que se plantean son:

1. Seleccionar un tema de la asignatura adecuado para implementar la metodología de clase invertida y elegir los conceptos esenciales que deben aprender los estudiantes.

2. Diseñar, a partir de esos contenidos/competencias que se desean adquirir, la secuencia de actividades a desarrollar por los estudiantes.

3. Elaborar los cuestionarios de evaluación de contenidos y las rúbricas de evaluación de competencias.

Descripción de la experiencia

Contextualización de la asignatura

Tecnología Ambiental y de Procesos (TAP) es una asignatura obligatoria (1er curso, 6 ECTS, segundo cuatrimestre, 40-50 estudiantes) común a todas las ingenierías de la rama industrial de la Universidad de Valladolid (Grado Ingeniería Mecánica, Química, Eléctrica, Tecnologías Industriales, Organización Industrial, Electrónica Industrial y Automática, Diseño Industrial y Desarrollo de producto e Ingeniería Energética).

El proyecto de aula invertida se aplicará en el tema 2 (Ingeniería de procesos: fundamentos y diagramas), donde los estudiantes deben plantear y resolver balances de materia en estado estacionario aplicados a procesos industriales y comprender el fundamento de algunas operaciones unitarias de separación utilizadas en el ámbito de la ingeniería química y ambiental.

Esta experiencia de innovación educativa pretende aumentar la motivación y el nivel de implicación de los estudiantes de primer curso. Hasta el momento consideraban la asignatura algo compleja y con escasa conexión con el resto de asignaturas del curso. El número de alumnos implicados en la experiencia de innovación docente es de 40 estudiantes. Debido a las restricciones sanitarias, en este curso, los grupos de trabajo se limitan a dos alumnos.

Diseño de la actividad: propuesta de clase inversa

La propuesta de clase inversa, aplicada en el tema de Ingeniería de Procesos, se basa en que los estudiantes aprendan los conceptos esenciales del tema con apoyo de unos videos preparados por el profesor (obligatorios) y otros accesibles a través del canal YouTube (opcionales) que deberán ver con carácter previo al inicio del tema y disponibles en el Campus Virtual Moodle. Tras el visionado de los videos los estudiantes deberán completar un cuestionario de preguntas de opción múltiple (MCQ), que se discutirá en clase por parejas, para que el profesor valore si han entendido las principales ideas y así poder dedicar el tiempo de clase a explicar los conceptos que no hayan quedado claros. Las horas de clase de teoría y aula se dedicarán a resolver las dudas surgidas y a solucionar problemas y casos prácticos de forma individual y/o grupal. Para valorar si los estudiantes han comprendido los conceptos fundamentales del tema se realizará un seminario donde los estudiantes, organizados en grupos, deberán resolver un problema real de balances de materia. La contribución del seminario a la nota final de la asignatura será de un 5 %.

En la Tabla 1 y Tabla 2 se presentan de forma esquemática la secuencia de actividades incluidas en el proyecto de aula invertida, una breve descripción y su

temporalización. Se empleará el Campus Virtual Moodle de la Universidad de Valladolid como apoyo para la implementación y evaluación de la experiencia de aula inversa.

Actividad	Descripción
Lectura correo electrónico del profesor con indicaciones	Los alumnos deberán leer con atención el correo electrónico enviado por el profesor con las indicaciones de las actividades a realizar y los enlaces a los recursos.
Vídeos obligatorios elaborados por el profesor (iSpring Free Cam 8)	Los alumnos deberán ver los videos obligatorios Tema 2.1: procesos químicos: definición y clasificación Tema 2.2: balances de materia: conceptos generales Tema 2.3: balances de materia procesos continuos sin reacción química Tema 2.4: operaciones unitarias: balance de materia en sedimentadores
Vídeos opcionales	Los alumnos podrán ver, de forma opcional, los siguientes videos disponibles en YouTube Procesos continuos y discontinuos (UPV): https://www.youtube.com/watch?v=gVwSDvAdno8 Resolución de balances de materia (UPV): https://www.youtube.com/watch?v=K29tETU94l4 Ejemplo Desalinización de agua de mar: https://www.youtube.com/watch?v=EG94yZUJjTk Ejemplo Secado de pulpa: https://www.youtube.com/watch?v=fmlDAVcRXpA
Cuestionario de preguntas de opción múltiple (MQC) elaborado con Moodle	Los alumnos cumplimentan el cuestionario a través del Campus Virtual para ver el nivel de comprensión de los conceptos abordados en los videos. Tipo de pregunta: Indicar cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas: Un proceso continuo es siempre estacionario Un proceso discontinuo es siempre no estacionario Un proceso semicontinuo es siempre no estacionario Todas son verdaderas Son verdaderas b) y c) Solo b) es verdadera
Cuestionario de preguntas abiertas elaborado con Moodle o Google Forms	Los alumnos cumplimentan el cuestionario de preguntas abiertas para registrar la información sobre las dificultades de aprendizaje o dudas de los estudiantes después de ver los videos. Tipo de preguntas: ¿Cuál es la idea más importante que has aprendido en este tema y por qué? ¿En qué concepto te parece importante profundizar en clase? ¿Cuáles son los conceptos que no te han quedado claros? ¿Qué parte del tema no necesitas que te expliquen en clase? ¿Qué conceptos te han resultado más fáciles de entender? ¿Estaba el material bien explicado el material?
Clases de teoría y aula	Los alumnos durante las clases presenciales, de forma individual o grupal, resolverán problemas/casos prácticos con apoyo del profesor. Resolverán de forma grupal un caso de estudio que se evaluará (5 % de la calificación final).
Seminario	Los alumnos deberán resolver en grupos un problema de balances de materia. La contribución del seminario en la calificación final de la asignatura es 5 %.

Tabla 1. Actividades del proyecto de aula inversa en la asignatura de TAP.

Semana	**Descripción detallada de las actividades**		
Semana 0	Envío del profesor de correo electrónico con indicaciones de trabajo y links a recursos. Visualización videos (4 videos, 45 min).	Cuestionario opción múltiple (MCQ) *online* con preguntas conceptuales (10 preguntas, obligatorio).	Cuestionario preguntas abiertas para registrar información sobre dificultades de comprensión de conceptos.
Semana 1	Se discute el MCQ en clase primero en parejas y luego se pone en común y se discute en el aula (1 h).	Se explican los conceptos que no han quedado claros según el cuestionario de preguntas abiertas (1 h).	Clase problemas (2 h) Se avisa con antelación de los problemas que se van a resolver en clase para que se intenten resolver con anterioridad. En el aula se resuelven en grupo (3 alumnos) y son corregidos por el profesor.
Semana 2	Clase de problemas (1 h) Se avisa con antelación de los problemas que se van a resolver en clase para que se intenten resolver con anterioridad. En el aula se resuelven en grupo (3 alumnos) y son corregidos por los alumnos.	Clase de problemas (1 h) Se avisa con antelación de los problemas que se van a resolver en clase para que se intenten resolver con anterioridad. En el aula se resuelven en grupo (3 alumnos) y son corregidos por los alumnos.	Resolución casos prácticos (2 h) Se proponen 4-5 casos o cuestiones prácticas que deben ser resueltos por los alumnos en los grupos de trabajo. El material se recoge y se evalúa. Los ejercicios se discuten y ponen en común durante los últimos 45 minutos de la sesión.
Semana 3			Seminario: resolución de problemas (2 h) Se propone un problema que se resuelve en los grupos de trabajo. Se entrega y se evalúa. No se corrige en el aula, la solución está disponible en el Campus Virtual. Calificación y retralimentación a través del Campus Virtual.

Tabla 2. Descripción y temporalización de las sesiones de aula inversa en la asignatura de TAP.

Hasta el momento, con el modelo de docencia presencial utilizado, al Tema 2 (Balances de materia sin reacción química), se dedicaban 4 h de teoría, 4 h clase de aula y 2 h de seminario (10 h totales). De este modo, cada semana, se impartían 2 h de teoría y 2 h de problemas.

Con el modelo de clase inversa, tal y como se muestra en la Tabla 2, las horas de teoría se dedicarán a resolver dudas, problemas o casos prácticos: se dedicará

1h a corregir el MCQ, 1 h a resolver dudas (según las respuestas recogidas en el cuestionario de preguntas abiertas) y 8 h a resolver problemas y casos prácticos. Se combina de esta forma el modelo de aula inversa con el método *Just in Time Teaching* (JiTT), que sirve para conocer los aspectos que los alumnos no han logrado comprender de los materiales facilitados y replantear la actividad docente a partir de los intereses y necesidades del alumnado. La actividad también se apoya en la metodología *Team Based Learning* (TBL), ya que los alumnos trabajan en el aula en equipos de formación fija consensuando sus entregas y recibiendo calificaciones de equipo (Prieto Martín, 2017).

Como elementos de seguimiento y evaluación de la actividad se cuenta con: 1) los cuestionarios de evaluación de contenidos (cuestionario de opción múltiple y cuestionario de preguntas abiertas en la semana 0), que no se califican pero se corrigen y los estudiantes disponen de la correspondiente retroalimentación, 2) resolución de casos prácticos (semana 2), los estudiantes entregan la solución del estudio de caso, que es corregida por el profesor y que contribuye con un 5 % de la nota final de la asignatura, 3) Seminario (semana 3), el profesor evalúa el problema entregado y deja disponible la solución del mismo en el Campus Virtual. Esta actividad contribuye a la nota final en un 5 %.

Conclusiones

En la asignatura de Tecnología Ambiental y de Procesos se ha elaborado una propuesta metodológica basada en la aplicación de la clase inversa. Esta experiencia se aplicará en el segundo cuatrimestre del presente curso académico, por lo que todavía no se tienen resultados de su aplicación.

Previsiblemente esta nueva estrategia docente permitirá a los estudiantes tener una visión integrada de los conceptos abordados en el tema 2 de la asignatura (Ingeniería de Procesos: fundamentos y diagramas), integrando la componente ambiental a los procesos industriales. La actividad estará basada en el visionado de videos explicativos de los conceptos fundamentales del tema (fuera del horario lectivo), cumplimentación de cuestionarios de opción múltiple y cuestionarios abiertos para detectar la comprensión de los conceptos, las clases teóricas y prácticas dedicadas a la resolución de problemas y casos prácticos en equipos y un seminario final de aplicación de los conceptos aprendidos basado en la resolución de un problema en los equipos de trabajo formados.

Con esta metodología es previsible que los estudiantes mejoren de forma importante su capacidad de resolución de problemas al enfrentarse a un problema de cierta complejidad en la clase de seminario. De forma colateral los estudiantes afianzarán determinadas competencias transversales entre las que destacan la capacidad de análisis y síntesis, el trabajo en equipo y el razonamiento crítico. Los estudiantes se van a sentir protagonistas de su propio aprendizaje y más motivados. Para el profesor el diseño de la actividad le ha permitido estructurar mejor el tema, identificando los conceptos y competencias transversales claves y

diseñando actividades de evaluación que permiten comprobar la eficacia de la estrategia planteada.

Bibliografía

Baker, C. (2012). Flipped classrooms: Turning learning upside down: Trend of "flipping classrooms" helps teachers to personalize education. *Deseret News*. Disponible en: http://www.deseretnews.com/article/765616415/Flipped-classrooms-Turning-learning-upside-down.html

Bergmann, J. y Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Iste ASCD.

Berret, D. (2012). How 'flipping' the classroom can improve the traditional lecture. *The Chronicle of Higher Education*. Disponible en: http://chronicle.com/article/How-Flipping-the-%20Classroom/130857/

Brewer, R. y Movahedazarhouligh, S. (2018). Successful stories and conflicts: A literature review on the effectiveness of flipped learning in higher education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34, 409-416.

Fortanet, C. F., González Díaz, C., Mira Pastor, E. y López Ramón, J. A. (2014). *Aprendizaje cooperativo y flipped classroom. Ensayos y resultados de la metodología docente*. Departamento de Comunicación y Psicología Social. Universidad de Alicante. Disponible en: http://web.ua.es/en/ice/jornadas-redes/documentos/2013-posters/333377.pdf

Fulton, K. (2012). Inside the flipped classroom. The Journal. Disponible en: http://thejournal.com/%20articles/2012/04/11/the-flipped-classroom.aspx

Prieto Martín, A. (2017). *Flipped Learning. Aplicar el Modelo Aprendizaje Inverso*. Narcea.

Touron, J. (2013). Eficacia del modelo flipped classroom ¿qué dice la investigación? *Talento y Educación*. Disponible en: http://www.javiertouron.es/2013/07/eficacia-del-modelo-flipped-learning.html