

FLIPPED CLASSROOM AND PROJECT-BASED-LEARNING IN A MATERIALS SELECTION COURSE

J.Y. Pastor^{1*}, T. Palacios², E. Tejado¹, y A. Martín³

1: Departamento de Ciencia de los Materiales
ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: jy.pastor@upm.es y elena.tejado@upm.es

2: Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial
ETS de Ingeniería y Diseño Industrial
Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: teresa.palacios@upm.es

3: Departamento de Construcción: Materiales
ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: a.martin@upm.es

Resumen: Proponemos la utilización del Técnicas de Aula Invertida, junto con el Aprendizaje Orientado a Proyectos, para impulsar los procesos de aprendizaje de la asignatura de Selección de Materiales del Máster de Ingeniero de Materiales.

Es bien sabido que ambientes flexibles que permiten a los estudiantes elegir cuándo y dónde aprenden hacen que las expectativas en el ritmo de aprendizaje mejoren sustancialmente. No obstante, esto requiere un cambio en la cultura de aprendizaje, en la que el profesor deja de ser el centro de gravitación universal, y el estudiante es el protagonista utilizando al profesor como báculo. El ágora del aula se transforma en un punto para crear oportunidades enriquecedoras de aprendizaje y creación, y maximizar las interacciones profesor-alumno y alumno-alumno.

En nuestra propuesta abandonamos casi por completo la clase magistral y convertimos el aula en un centro de resolución de problemas y creación de iniciativas. Durante la clase se va a estimular y evaluar continuamente el trabajo de los discentes.

Palabras clave: Calidad en la enseñanza, Metodología Aprendizaje Basado en Problemas, Metodología Aprendizaje Orientado a Proyectos, Metodología Trabajo en Equipo/Grupo, Moodle, Uso de las TIC's, Aprendizaje Adaptativo, Aprendizaje Experiencial, Aula Invertida-Flipped classroom, Máster, Video educativo

1. Introducción

Durante nuestros años de enseñanza de Cursos de Selección de Materiales, nos hemos dado cuenta de que la mayoría de las veces la metodología tradicional de enseñanza mediante conferencias y "clases prácticas" utilizando ordenadores y el programa CES-EduPack no resulta muy estimulante para nuestros alumnos. Es más, la mayoría de ellos hacen el esfuerzo mínimo para aprobar el curso, sin realmente aprender en profundidad sobre el tema tratado [1-6].

Por todo esto, decidimos cambiar completamente nuestra metodología para mejorar el aprendizaje (y notas) de nuestros estudiantes del Máster en Ciencia de los Materiales.

El nuevo procedimiento se apoya en un proceso de aprendizaje basado en proyectos, con trabajo colaborativo y técnicas de aula invertida. Esta metodología trata de involucrar profundamente a los estudiantes, desde el inicio del curso, en el desarrollo de un *Coursework* (trabajo de cursos) competitivo, que implica el desarrollo completo de un caso ingenieril real. En este curso, los estudiantes tienen que trabajar en equipos de tres personas seleccionados al azar para completar un complejo proyecto de Selección de Materiales, partiendo de cero.

El curso comienza con una introducción general a la metodología y objetivos del curso y algunas ideas básicas sobre la selección de materiales. Con el material de soporte suministrado, los estudiantes tienen que empezar a trabajar por sí mismos para estudiar y aprender los temas principales sobre la selección de materiales. Más tarde, tienen un intenso curso intensivo en el programa CES-EduPack. En ese momento, los estudiantes tienen el conocimiento básico para empezar a trabajar con casos prácticos reales.

En clases alternas, tienen que trabajar en su *Coursework* y en Problemas Prácticos propuestos por los profesores, que tienen que ser resueltos paso a paso sin el programa CES-EduPack. Estas clases son complementarias, ya que la resolución de problemas basados en casos ingenieriles reales ayuda a los estudiantes con el trabajo de curso, y viceversa.

2. Desarrollo de la ponencia

La estructura de esta iniciativa de Innovación Educativa es la siguiente:

1. **Creación de una base de micro-videos docentes para la asignatura:** con estos videos será posible invertir el proceso de enseñanza en el aula y eliminar las clases magistrales repetitivas y monótonas. Los contenidos del curso estarán disponibles para el alumno desde el primer día en forma de micro-videos en inglés, así como otro material escrito de apoyo. Estos recursos están implementados para su libre utilización a través de la plataforma Moodle.
2. **Estructura de trabajo a lo largo del curso:**
 - a. Se eliminan las clases magistrales presenciales casi por completo, salvo un par de ellas iniciales que servirán para explicar los objetivos, metodología y estructura de trabajo del curso, junto a algunos conceptos básicos.
 - b. Se mostrará el manejo del software de Selección de Materiales CES EDUPACK de Granta Materials Intelligence que se va a utilizar en la asignatura y para el cual la UPM dispone de licencia corporativa. Esto se realiza mediante un *crash course* de unas pocas horas de duración y muy interactivo. Durante el mismo se propondrán ejemplos de utilización de la del software necesario para la asignatura.
 - c. Las clases presenciales se focalizan en la resolución de Problemas de Casos Prácticos y en el Aprendizaje Orientado a Proyectos.
3. Como complemento a estos videos docentes, y para que el profesor pueda asegurarse de que el alumno ha desarrollado las competencias correspondientes, los alumnos tienen que verificar su correcto aprendizaje a

través de **problemas y preguntas de autoevaluación en línea**. Estos cuestionarios deben de ser superados antes de poder acceder a las clases presenciales, ya que constituyen la base de todo lo que se va a realizar en el aula. De esta forma, se dará opción a que el alumno se encuentre en dificultades y haga llegar todas sus preguntas al profesor durante los laboratorios presenciales.

4. **Resolución de problemas reales.** Cada dos semanas se resuelven dos casos de Selección de Materiales en el aula, mediante problemas simplificados de casos ingenieriles reales. Los problemas, entregados con dos semanas de antelación, deben ser resueltos por los alumnos individualmente y son comentados y corregidos en el aula entre los alumnos. La participación del profesor se centra, principalmente, en estimular y focalizar las ideas que se van presentado. Esto permite conocer la adquisición de competencias por parte de los alumnos y adaptar los siguientes casos a las necesidades de aprendizaje que se vayan presentando. A mediados del curso, todos los alumnos deben superar una prueba individual en la que demuestren las destrezas suficientes en esta competencia.
5. **Aprendizaje Orientado a Proyectos.** Los alumnos, en grupos de tres, deben desarrollar un proyecto de Selección de Materiales en el cual se toma una situación real de la vida cotidiana y se analiza su viabilidad mediante la metodología SWOT que permite determinar realizar un análisis cuantitativo de las mejores ideas. En definitiva, se trata de desarrollar una solución nueva o alternativa a un caso ingenieril real para el que se propone una solución, desde la metodología de Selección de Materiales, que sea más ecológica, económica y duradera. Para ello:
 - a. Los alumnos trabajaran cada dos semanas en el aula sobre las pautas y objetivos marcados por el profesor en la sesión anterior.
 - b. Al final de cada sesión de clase (son siempre de dos horas de duración) cada grupo de trabajo hace una presentación de sus logros, innovaciones en el procedimiento e ideas originales. Esto permite estimular una sana competitividad creativa entre ellos y que el profesor siga sus logros detalladamente. En caso necesario, se toman las medidas necesarias para poder apoyar a aquellos alumnos que tengan mayores dificultades.
 - c. Al final del curso, los alumnos deberán elaborar un documento en el que se resuma, de forma pautada, su trabajo. También realizarán una presentación conjunta a los profesores y al resto de alumnos, y se someterán a un turno de preguntas por parte de todos.
6. **Evaluación entre pares.** Como último punto de esta propuesta docente los alumnos tienen que evaluarse entre ellos. Cada uno de ellos tiene que, mediante una rúbrica, analizar la calidad del trabajo presentado por el resto de los grupos de trabajo y emitir una nota correspondiente con la evaluación realizada. Esto fomenta una capacidad crítica y una sana competitividad entre ellos. Ya que la nota obtenida no solo dependerá de la nota de evaluación del trabajo, sino que también tendrá un componente en que se integre la calidad de las evaluaciones realizadas al resto de alumnos.

3. Objetivos que se pretenden alcanzar

De cara al docente, esta propuesta tiene como objetivos:

1. Generar un proceso de aprendizaje más adaptado a las necesidades de cada estudiante.
2. Evitar la monotonía de la clase magistral que se repite año tras año.
3. Proveer al docente de una información constante sobre el proceso de aprendizaje de los alumnos.
4. Mejora de la relación entre docente y alumno al disponer de una comunicación continua en el aula a través del desarrollo y presentación en la misma de los casos prácticos por parte de los alumnos.
5. Proporcionar al profesor una motivación extra fruto del punto anterior y de un trabajo mucho más creativo y enriquecedor para todas las partes.

De cara al discente, esta propuesta tiene como objetivos:

1. Participación de los alumnos como pilar básico de la docencia.
2. Motivar un aprendizaje continuo a lo largo de todo el curso con la elaboración de problemas y casos prácticos.
3. Mejora de las competencias de trabajo en grupo y capacidad de crítica y autocrítica.
4. Optimizar los procesos de aprendizaje del alumno al situar al alumno como foco principal de su propio aprendizaje y permitirle descubrir de forma continua e inmediata sus fortalezas y puntos débiles. De esta forma se estimula un aprendizaje progresivo. Además, cada alumno, según velocidad de aprendizaje y el ritmo marcado por el profesor, avanza así en sus conocimientos y habilidades.
5. Desarrollar competencias digitales que sirvan de apoyo a las clases presenciales, y viceversa.

4. Conclusiones

Este trabajo relata la experiencia adquirida en un Curso de Selección de Materiales en el que los estudiantes deben trabajar en equipos seleccionados al azar para llevar a cabo un proyecto. Las principales conclusiones se resumen a continuación:

1. La metodología de aprendizaje basada en proyectos involucra profundamente a los estudiantes, desde el comienzo, en el desarrollo del curso mediante optimización de un caso ingenieril real de Selección de Materiales. Además, permite mejorar la colaboración entre los miembros del mismo equipo y la competencia entre los diferentes equipos de estudiantes.

2. La utilización de ambas herramientas (*CourseWork* y Problemas Prácticos) en la metodología son complementarias, ya que la resolución de los Problemas con casos prácticos ayuda a los alumnos con el Trabajo de Curso y viceversa.
3. Como resultado final, se ha cuantificado un mayor nivel de participación de los estudiantes, respecto a años anteriores, y el desarrollo de proyectos más desafiantes y de mayor calidad

REFERENCIAS

- [1] P. Race, *2000 Tips for Teachers*. Publisher: Routledge; 1st edition. ISBN-10: 0749431822, (2000).
- [2] P. Race, *Making Learning Happen: A Guide for Post-Compulsory Education*. Publisher: SAGE Publications Ltd; 1st edition. ISBN-10: 1412907098, (2005).
- [3] G. Petty, *Making Learning Happen: A Guide for Post-Compulsory Education*. Publisher: Nelson ThornesLtd; 2nd edition. ISBN-10: 1408504529, (2009).
- [4] J. Biggs, *Teaching For Quality Learning at University: What the Student Does (Society for Research into Higher Education)*. Publisher: Open University Press; 2nd edition. ISBN-10: 0335211682, (2003).
- [5] G. Petty, *Teaching today: a practical guide*. Publisher: SAGE Publications Ltd; 3rd edition. ASIN: B007RDYL3K, (2004).
- [6] A. Prieto Martín, *Flipped Learning. Aplicar el Modelo de Aprendizaje Inverso*, Narcea, (2017)