

Diseño de Aprendizaje basado en Flipped Classroom utilizando SPOCs en una Asignatura de Ingeniería

Carlos Santiuste, Jesús Pernas-Sánchez, José Alfonso Artero-Guerrero, David Varas

Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.
Universidad Carlos III de Madrid. Leganés (España).

csantius@ing.uc3m.es

Resumen. El desarrollo de nuevas tecnologías permite utilizar nuevas metodologías pedagógicas en el aula, en este trabajo se presenta una metodología docente que combina la docencia online a través de un SPOC con técnicas de aprendizaje colaborativo en la docencia presencial. Esta metodología se ha implementado en la asignatura “Elasticidad y Resistencia de Materiales” del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, en esta experiencia han participado 250 alumnos y 6 profesores. Los resultados de este estudio demuestran que se pueden mejorar los resultados académicos de los alumnos sin bajar el nivel de exigencia en la evaluación. Además, los alumnos desarrollan otras competencias transversales gracias al trabajo colaborativo y se hacen más responsables de su proceso de aprendizaje.

Palabras clave: Diseño de aprendizaje; Evaluación del aprendizaje; Motivación; SPOC

1 Introducción

El desarrollo tecnológico de los últimos años ha permitido que se puedan utilizar contenidos online para complementar la docencia presencial y esto ha dado lugar a nuevas metodologías entre las que destaca *blended-learning* (Bourne et al. 1996) y *flipped-classroom* (Kim et al. 2014). Una de las mayores ventajas de estas metodologías es que se puede trasladar parte de la explicación de contenidos de las clases presenciales y, por lo tanto, utilizar ese tiempo liberado para aplicar otras metodologías pedagógicas. Entre las herramientas pedagógicas que se han utilizado en los últimos veinte años para mejorar los procesos de aprendizaje en estudios de ingeniería destacan las siguientes: aprendizaje colaborativo, creación de comunidades de aprendizaje, aprendizaje basado en problemas y/o en proyectos (Smith et al. 2005).

Existen ya muchas experiencias en las que la combinación de contenidos online con metodologías pedagógicas innovadoras ha mejorado los resultados de aprendizaje en asignaturas de estudios de ingeniería. Mendez y González (2011) regularon la carga de trabajo de cada estudiante de acuerdo a su actividad y a los resultados obtenidos en una asignatura de sistemas de control, para ello utilizaron un regulador basado en la lógica

difusa. Un resultado muy interesante de este estudio es que identificaron que la motivación es el factor clave para el éxito académico en cualquier actividad de enseñanza-aprendizaje, es decir, los contenidos online no sólo facilitan los procesos de aprendizaje sino que también pueden servir para aumentar la motivación de los estudiantes.

Yigit et al. (2013) demostraron que los resultados académicos de los alumnos en una asignatura de programación fueron muy similares utilizando metodologías tradicionales o *blended-learning*. Kim et al (2014) aplicaron *flipped-classroom* a tres cursos diferentes de ingeniería, estudios sociales y humanidades. El resultado de su estudio es la propuesta de una serie de principios comunes que pueden aplicarse a todas las asignaturas.

Blaeper et al. (2014) estudiaron el efecto de reducir en dos tercios el tiempo presencial en clase y sustituirlo por contenidos online en una asignatura de física. Además, el tiempo en clase fue trasladado a un aula de aprendizaje activo en lugar de un anfiteatro tradicional. Los estudiantes lograron resultados de aprendizaje que eran significativamente mejores que los de un aula tradicional. Al mismo tiempo, las percepciones de los estudiantes sobre el ambiente de aprendizaje fueron mejoradas. Esto sugiere que, pedagógicamente hablando, las aulas de aprendizaje activas, aunque tienen menos alumnos por metro cuadrado, son en realidad un uso más eficiente del espacio físico.

Uno de los inconvenientes de utilizar contenidos online es que puede haber estudiantes con problemas de acceso a internet. Banday et al. (2014) realizaron un estudio para utilizar contenidos online en estudios de ingeniería en países en desarrollo donde este problema es más acuciante que en los países occidentales y propusieron herramientas para facilitar la igualdad de oportunidades.

Las nuevas tecnologías permiten otras metodologías más innovadoras como las que convierten el proceso de aprendizaje en un juego. Bodnar et al. (2016) revisaron artículos basados en la implementación de gamificación en estudios de ingeniería demostrando que, a pesar de las diversas formas de evaluación aplicadas en cada caso, existe una tendencia a mejorar tanto el aprendizaje como las actitudes de los estudiantes.

En este trabajo se presenta la aplicación de la metodología *flipped-classroom* en la asignatura Elasticidad y Resistencia de Materiales en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales en el curso 2015/16 de la Universidad Carlos III de Madrid. Los contenidos teóricos de la asignatura fueron trasladados a un curso online (SPOC) y el tiempo liberado en la clase presencial fue utilizado para implementar una metodología basada en el aprendizaje colaborativo. Los resultados del examen final demuestran que esta metodología puede ser utilizada para mejorar los resultados académicos de los estudiantes y facilitar los procesos de aprendizaje.

2 Metodología docente

La metodología docente diseñada tenía que cumplir con las restricciones propias del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) implementado en la educación superior en España y las condiciones de espacios materiales, horarios y tamaño de los grupos en la docencia del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales en la Universidad Carlos III de Madrid.

Cada grupo docente en este grado tiene dos clases semanales de dos horas, la primera clase es un grupo agregado de un máximo de 120 alumnos y la segunda un grupo reducido de 40. Tradicionalmente en las clases del grupo agregado se explica la teoría de cada semana y en las clases de grupo reducido se resuelven problemas. Posteriormente, los alumnos en su casa o en la biblioteca deben estudiar la teoría e intentar resolver ejercicios por su cuenta. Esta es una asignatura obligatoria que cursan entre 250 y 280 alumnos cada año y está dividida en 3 grupos agregados y 7 grupos reducidos.

La metodología docente que implementamos está basada en la idea de *flipped-classroom*, o clase inversa, porque parte de las tareas que los alumnos hacían en clase ahora las hacen en casa y viceversa. El proceso de aprendizaje que diseñamos se basa en los siguientes puntos que aparecen esquematizados en la figura 1:

- Los contenidos teóricos están volcados en una serie de vídeos que los alumnos pueden ver en casa antes de clases. De esta forma, el trabajo que los alumnos hacían en la clase de grupo agregado, que era atender al profesor, ahora lo realizan en su casa a su propio ritmo y pueden repetir los vídeos cuantas veces necesiten. El contenido se encuentra disponible en todo momento y multiplataforma, flexibilizando las posibilidades de los alumnos a acceder al conocimiento.
- Las clases de grupo agregado se utilizaron para que el profesor resuelva dudas sobre los contenidos teóricos de los vídeos y para resolver ejercicios en la pizarra. De esta forma, el trabajo que se realizaba en los grupos reducidos pasa al grupo agregado, aunque el trabajo de resolver dudas y hacer ejercicios en la pizarra es más fácil con 40 alumnos en el aula también se puede realizar con 120 alumnos.
- Finalmente, en las clases de grupo reducido se ha diseñado un método de aprendizaje colaborativo en las que los 40 alumnos se reúnen en grupos de un máximo de 5. Las semanas impares cada grupo de 5 alumnos recibía un ejercicio diferente que debía resolver. Para la resolución de estos ejercicios los alumnos contaban con el apoyo del profesor. Las semanas pares los grupos presentaban la solución a sus compañeros sabiendo que es importante que lo hicieran bien porque cada grupo recibe un ejercicio diferente y necesitan la solución de sus compañeros para completar el temario. Cada vez tenía que presentar un miembro del equipo diferente para que a final de curso todos hubieran presentado algún ejercicio. Además, el profesor hacía preguntas a todos los miembros del grupo después de la presentación para asegurarse de que todos han participado en la resolución.

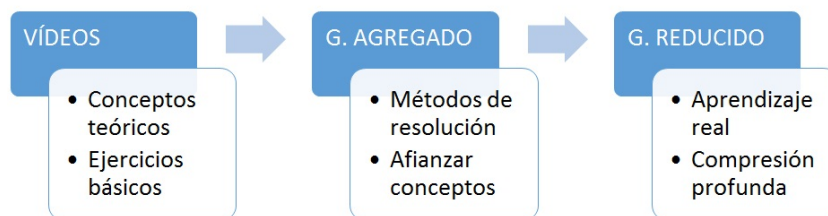


Fig. 1. Esquema del proceso de aprendizaje implementado.

3 Evaluación de la asignatura

En el sistema tradicional, el 60% de la calificación final venía dado por un examen final consistente en la resolución de cuatro ejercicios, mientras que el 40% restante procedía de la evaluación continua. Además, para aprobar la asignatura era necesario una calificación mínima de 4,5 sobre 10 en el examen final.

Con la nueva metodología hemos mantenido este formato de evaluación para poder comparar los resultados con los de cursos anteriores. La única diferencia fue la forma de realizar la evaluación continua. Tradicionalmente, el 40% de la nota que procedía de la evaluación continua se dividía en un 15% procedente de unas prácticas de laboratorio y un 25% resultado de exámenes parciales. Con la nueva metodología los exámenes parciales fueron sustituidos por el trabajo en equipo. Ese 25% se dividió en tres partes: un tercio de la nota se obtenía por la solución de los ejercicios en grupo por lo que era común a cada grupo de 5 alumnos, otro tercio procedía de la exposición que cada alumno hacía a sus compañeros, y el tercio final procedía de las respuestas que daban los alumnos a las preguntas que hacía el profesor tras las exposiciones.

4 Participación en el SPOC

La participación en el curso SPOC por parte de los alumnos matriculados en la asignatura fue mayoritaria. Los contenidos del SPOC están divididos en vídeos, ejercicios de autoevaluación y ejercicios de evaluación. Después de cada vídeo, los alumnos deben realizar una serie de ejercicios de autoevaluación que les sirven para comprobar si han asimilado los contenidos teóricos del vídeo. Estos ejercicios de autoevaluación no forman parte de la evaluación final del SPOC, sino que, como su propio nombre indica, sólo sirven para que los alumnos comprueben su nivel de aprovechamiento del curso.

Los ejercicios de evaluación consisten en un test de seis preguntas que se realiza al final de cada semana. El curso está dividido en 13 semanas y la evaluación final del SPOC es la media de la calificación obtenida en los 13 test. Los resultados que se analizan a continuación se basan únicamente en estos ejercicios de evaluación que se realizan al final de cada semana. El 83% de los alumnos aprobaron el curso SPOC, el 90% de ellos obtuvo una calificación superior a 7 sobre 10. Solamente el 17% de los alumnos suspendieron el curso SPOC y el 70% no realizó ningún ejercicio de evaluación.

Estos datos de seguimiento del SPOC se considera que son muy positivos, en todas las asignaturas existe siempre un cierto porcentaje de los alumnos que no se presenta al examen final, en este caso fue de cerca de un 19%, un porcentaje muy parecido al de alumnos que no realizaron el curso SPOC.

5 Resultados

Los resultados de este estudio se basan en la comparación en los resultados obtenidos en los cursos 2014/15 y 2015/16 en el examen de convocatoria ordinaria de la asignatura *Elasticidad y Resistencia de Materiales* del Grado en Ingeniería en Tecnologías

Industriales. Hay que tener en cuenta que son dos poblaciones distintas, sin embargo, existen dos razones por las que se puede considerar que los resultados son bastante significativos. En primer lugar, el tamaño de la muestra es muy elevado, 269 alumnos en el curso 2014/15 y 287 alumnos en el curso 2015/16. En segundo lugar, el expediente de los alumnos de ambos cursos es muy similar, la nota media del expediente de los alumnos matriculados en el curso 2014/15 era de 6,19 sobre 10 y la nota media de los alumnos del curso 2015/16 era de 6,05.

En la Tabla 1 se muestran el porcentaje de aprobados total, el porcentaje de aprobados en el examen final y la diferencia entre ellos que son los alumnos que suspendieron el examen final pero obtuvieron una calificación superior a 4,5 y aprobaron gracias a la evaluación continua. Estos resultados muestran que el porcentaje de alumnos que ha superado la asignatura ha subido más de un 40% en términos relativos pero que el porcentaje de alumnos que han superado el examen final subió un 78%. Esto quiere decir que había un gran número de alumnos que suspendían el examen final pero aprobaban la asignatura gracias a obtener una calificación elevada en la evaluación continua.

	2014/15	2015/16	Aumento
% aprobados total	47.21%	66.55%	41.0%
% aprobados examen	31.60%	56.45%	78.6%
% aprobados por ev. Cont.	15.61%	10.10%	-35.3%

Tabla 1. Porcentaje de alumnos aprobados y comparación con el curso anterior.

En la Tabla 2 se desglosan las calificaciones obtenidas en el examen final en ambos cursos. Se puede observar que el porcentaje de alumnos que no se presentaron al examen final disminuyó, lo que quiere decir que el número de alumnos que no se sentían preparados para afrontar el examen fue significativamente menor. El porcentaje de alumnos que suspendieron bajó a prácticamente la mitad que en el curso anterior y el porcentaje de aprobados subió ligeramente. Pero el dato más significativo es que en el curso anterior menos del 3% de los alumnos sacó notable en el examen final y ninguno obtuvo sobresaliente, mientras que con el nuevo sistema un 17% de los alumnos sacó un notable (casi seis veces más notables) y más de un 6% de los alumnos sacaron un sobresaliente. Estos resultados muestran que no sólo más alumnos consiguieron superar la asignatura sino que también el número de alumnos que consiguió resultados óptimos subió significativamente.

En la Figura 2 se muestran gráficamente los resultados del examen. Se puede observar cómo en ambos cursos los resultados se aproximan de forma bastante ajustada a una distribución normal. En el curso anterior esta distribución normal estaba centrada en una nota media de 4,7 y una desviación estándar de 1,39. Esta distribución hacía que la mayoría de los alumnos estuvieran entre el aprobado y el suspenso y necesitaran la evaluación continua para que su calificación final fuera superior a 5. Este curso académico (16/17) la media fue de 5,89 y la desviación estándar de 1,84. Esta distribución hace que la mayoría de los alumnos tengan una nota en el examen final superior a 5 y que, además, haya muchos alumnos con notas superiores.

	2014/15	2015/16	Aumento
No Presentado	23.79%	18.82%	-20.9%
Suspenso	44.61%	24.74%	-44.5%
Aprobado	28.62%	32.75%	14.4%
Notable	2.97%	17.07%	474.1%
Sobresaliente	0.00%	6.62%	
Total aprobados	31.60%	56.45%	78.6%

Tabla 2. Distribución de calificaciones en el examen final.

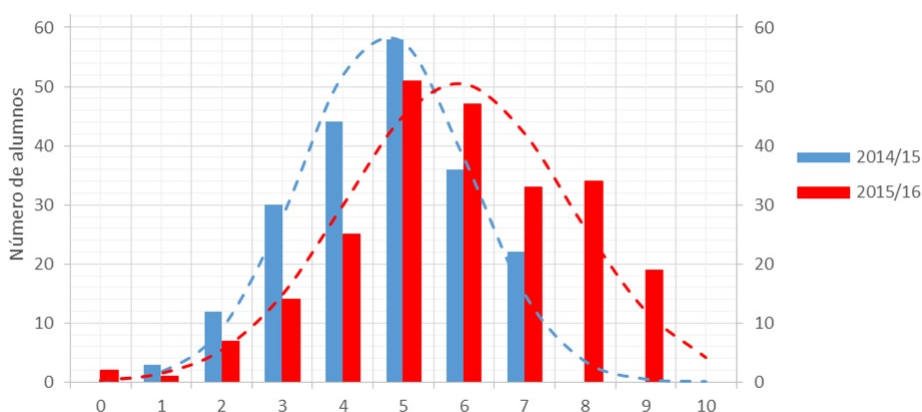


Fig. 2. Distribución de calificaciones y aproximación a una distribución normal en los cursos 2014/15 y 2015/16.

6 Satisfacción

Los alumnos realizan todos los años encuestas de satisfacción con la docencia recibida que se puede utilizar para conocer su opinión sobre la nueva metodología docente. Es importante destacar que estas encuestas fueron rellenadas por los alumnos antes de realizar el examen final por lo que el hecho de que mejoraran las calificaciones no tuvo ninguna influencia en su resultado. Esta asignatura tiene 7 grupos reducidos y 3 grupos agregados y cada año la imparten seis profesores. La mayoría de los grupos recibieron docencia por parte del mismo profesor que el año anterior pero hubo un grupo magistral y dos grupos reducidos en los que el profesor fue diferente. Este hecho puede influir en las encuestas de satisfacción de los estudiantes pero sólo afectó al 30% de los grupos.

El resultado medio de satisfacción de los estudiantes en el curso 2014/15 fue de 3,51 sobre 5 y en el curso 2015/16 fue de 3,60 sobre 5. Se produjo una ligera subida pero no se puede considerar significativa, además, el hecho de cambiar un 30% de los profesores puede haber afectado a estos resultados.

Lo que si puede resultar significativo son los comentarios que los alumnos incluyeron en las encuestas. En el curso 2014/15 las quejas de los alumnos se pueden agrupar en cuatro bloques:

- Los alumnos piden hacer más problemas para preparar el examen
- El temario es muy extenso y los últimos temas se ven muy rápido
- Es difícil seguir las clases de teoría
- Las clases de teoría son poco productivas

En el curso 2015/16 las quejas de los alumnos fueron completamente diferentes pero también se pueden agrupar en cuatro bloques:

- Los alumnos piden más contenido teórico en las clases presenciales
- Las semanas que hay exámenes parciales de otras asignaturas no tienen tiempo de ver los vídeos
- Piden hacer exámenes parciales
- Las exposiciones que realizan sus compañeros son poco productivas

El análisis de estos comentarios nos lleva a pensar que esta metodología docente tiene una aceptación similar a la tradicional entre los estudiantes puesto que los resultados de las encuestas de satisfacción son muy parecidos. Sin embargo, existen diferentes perfiles de alumnos y cada uno de ellos se adapta mejor a cada metodología. Antes había un grupo de alumnos que pedía más contenido práctico mientras que ahora hay otro grupo de alumnos que pide una metodología más tradicional. Es normal esta reticencia de los alumnos al cambio, y se refleja en casi todos los estudios publicados, puesto que el alumno sale de su zona de confort. Los estudiantes están acostumbrados a escuchar al profesor, estudiar y preparar el examen por su cuenta, cuando les pedimos que trabajen en equipo y que expongan en público lo habitual es recibir este tipo de quejas.

7 Conclusiones

Se considera que la implantación de esta metodología ha sido un éxito puesto que los resultados han mejorado significativamente. Aunque no se dispone de evidencias para justificar los motivos que han producido esta mejora en los resultados, se han identificado las siguientes posibles claves del éxito de esta experiencia:

- La magia de la hoja en blanco. El momento en el que los alumnos aprenden más es cuando se enfrentan a una hoja en blanco para resolver un problema del que desconocen la solución. Con esta metodología los profesores están al lado de los alumnos para ayudarles y guiarles en ese proceso.

- El contacto personal. Los profesores pueden interactuar mucho más con sus alumnos, tener más confianza con ellos y entender su punto de vista. Las explicaciones del profesor mejoran cuando sabe dónde sus alumnos tienen más problemas y que conceptos hay que explicar con más detalle.
- El entusiasmo se contagia. Cuando los profesores dedican mucho esfuerzo y pasión a una tarea se nota y se contagia, los alumnos entienden que los profesores hacen un esfuerzo “extra” por ellos y lo agradecen intentando estar a la altura.
- La obligación de llevar la asignatura al día. El hecho de tener que ver vídeos antes de clase les obliga a trabajar todas las semanas en la asignatura y no dejarla para el examen final. Si los alumnos han sacado mejores resultados es porque han trabajado más y mejor, esto ha sido posible porque su proceso de aprendizaje ha estado mejor guiado.
- La actitud de los alumnos depende del entorno. Durante años hemos enseñado a los alumnos a escuchar y obedecer al profesor pero cuando comiencen su carrera profesional se les va a exigir ser proactivos y participativos. Esta metodología permite a los alumnos tener un papel más activo en su proceso de aprendizaje.
- El cambio de metodología docente permite reforzar competencias transversales de los alumnos de grado como son: “*Capacidad de comunicar los conocimientos oralmente y por escrito, ante un público tanto especializado como no especializado*” y “*Capacidad de establecer una buena comunicación interpersonal y de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales*”.

Referencias

1. Bourne, J. R., Brodersen, A. J., Ccampbell, J. O., Dawant, M. M., & Shiavi, R. G. (1996). A Model for OnLine Learning Networks in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 85(3), 253-262
2. Méndez, J. A., & Gonzalez, E. J. (2011). Implementing motivational features in reactive blended learning: Application to an introductory control engineering course. *IEEE Transactions on Education*, 54(4), 619-627.
3. Baepler, P., Walker, J. D., & Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. *Computers & Education*, 78, 227-236.
4. Bodnar, C. A., Anastasio, D., Enszer, J. A., & Burkey, D. D. (2016). Engineers at Play: Games as Teaching Tools for Undergraduate Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 147-200.
5. Borrego, M., Foster, M. J., & Froyd, J. E. (2015). What Is the State of the Art of Systematic Review in Engineering Education? *Journal of Engineering Education*, 104(2), 212-242.
6. Kim, M. K., Kim, S. M., Khera, O., & Getman, J. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: an exploration of design principles. *The Internet and Higher Education*, 22, 37-50.
7. Smith, K. A., Sheppard, S. D., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2005). Pedagogies of engagement: Classroom-based practices. *Journal of engineering education*, 94(1), 87-101.
8. Banday, M. T., Ahmed, M., & Jan, T. R. (2014). Applications of e-Learning in engineering education: A case study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 123, 406-413.

9. Yigit, T., Koyun, A., Yuksel, A. S., & Cankaya, I. A. (2014). Evaluation of blended learning approach in computer engineering education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *141*, 807-812.