

## AULA INVERTIDA PARA LA MEJORA DEL APRENDIZAJE. APLICACIÓN A LA ASIGNATURA DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y MATERIA

Ricardo Castedo <sup>1\*</sup>, Lina M<sup>a</sup> López <sup>2</sup>, José D. Cabrera <sup>2</sup>, Marcelo F. Ortega <sup>2</sup>, José A. Sanchidrián <sup>2</sup>, Pablo Segarra <sup>2</sup>, María J. García-Martínez <sup>2</sup> y Carlos Paredes <sup>2</sup>

1: GIE EXGEOMET

E.T.S.I. Minas y Energía

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: [ricardo.castedo@upm.es](mailto:ricardo.castedo@upm.es) web: <http://innovacioneducativa.upm.es/consultas-gies-2?grupo=247>

2: GIE EXGEOMET

E.T.S.I. Minas y Energía

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: {lina.lopez, jd.cabrera@alumnos., mf.ortega, ja.sanchidrian, pablo.segarra, mj.garcia, carlos.paredes}@upm.es web: <http://innovacioneducativa.upm.es/consultas-gies-2?grupo=247>

**Resumen.** Se ha desarrollado una metodología Flip Teaching en la asignatura obligatoria “Transferencia de Calor y Materia” del 2º parcial de 2º curso del grado de Ingeniero de la Energía en la ETSIME. Se tienen dos grupos, uno de control (basado en lección magistral más problemas) y otro experimental. Ambos grupos disponen de: presentaciones de power point, el libro de texto y repositorio de problemas. El grupo experimental, además dispone de vídeos cortos colgados en Youtube y cuestionarios en Moodle, mientras que en el aula se explican los errores detectados en los cuestionarios, y los alumnos realizan los mismos ejercicios que en el otro grupo. El resultado de la comparación es que la asistencia a clase aumenta y las notas medias del grupo experimental son mayores que en el grupo de control en medio punto. Así mismo, la dispersión de las notas es menor asegurando un mayor nivel del alumnado.

**Palabras clave:** aula invertida – Flipped classroom, video educativo, elaboración material docente, material multimedia, uso de las TIC’s, grado, metodología trabajo en equipo/grupo, antiguos alumnos.

### 1. Introducción

El modelo tradicional de enseñanza en las diferentes asignaturas de los primeros cursos de ingeniería se basa en la impartición de la clásica lección magistral, donde el profesor habla o recita, y en el mejor de los casos el alumno escucha. Ante la falta de asistencia a las clases algunos docentes obligan a la asistencia (aunque sea pasiva) dando puntos extra o simplemente como requisito mínimo para el examen. Basado en la idea de Confucio “*Dime algo y lo olvidaré, enséñame algo y lo recordaré, hazme participe de algo y lo aprenderé!*” aparecen numerosas técnicas para mejorar la clase tradicional como el modelo de Lage y Baker conocido como “Flipped Classroom” [1]. Para que esta metodología resulte efectiva de cara al aprendizaje del alumno, se requieren básicamente tres cosas: el compromiso del alumno con su propio proceso de aprendizaje, el esfuerzo del profesorado por adaptar los contenidos a esta metodología y un buen nexo entre el trabajo en casa y en aula del alumno [2]. Además, del déficit del impacto real de esta metodología en el aprendizaje y

resultados de los alumnos, no existe uniformidad en su aplicación, ni técnicas empleadas, etc. [3].

En este proyecto se ha desarrollado y aplicado la metodología de aula invertida o *flipped classroom* y persigue: a) medir el impacto del aula invertida en el aprendizaje en base al resultado en los exámenes parciales y/o finales de la asignatura; b) disminuir el absentismo en clase sin dar puntos extra u obligar al alumno (debido a los horarios a los que nos enfrentamos) y aumentar el porcentaje de presentados a los exámenes; c) conocer los hábitos de conectividad de los alumnos con los recursos (videos Youtube).

## 2. Contexto y descripción

Se tienen dos grupos, el grupo 1 (GIE1) con 72 alumnos y el grupo 2 (GIE2) con 80 alumnos. El grupo 1 tiene clase los lunes (de 12:10 a 14:00) y jueves (de 10:00 a 11:50), mientras que el grupo 2 tiene las clases los martes (de 12:10 a 14:00) y viernes (de 08:30 a 10:20). Debido al horario se elige el GIE2 como grupo experimental. La nota media de corte con la que esta promoción accedió al grado fue de 9,051. La materia está dividida en 4 partes, que en orden cronológico son: conducción (20 h – las 9 primeras clases), convección (20 h – de la clase 10 a la 18), transferencia de masa (14 h – de la clase 19 a la 24) y radiación (6 h – de la 25 a la 27). Entre paréntesis se muestran las horas de clase en aula previstas para cada una de las partes. Las tres primeras partes de la asignatura tienen un examen liberatorio de evaluación continua (radiación se evalúa el mismo día del examen final de junio).

Lo primero que se realizó fue un test de homogeneidad entre grupos después de la primera sesión magistral realizada en ambos grupos con los mismos materiales y el mismo profesor. Este test se realizó para ver el nivel de recepción de ambos grupos.

Ambos grupos tienen los mismos materiales básicos en Moodle como son el libro de la materia en pdf, las presentaciones en Power Point y colección de problemas resueltos. Sin embargo, el grupo de control (metodología tradicional que mezcla teoría y problemas – 100 minutos de clase) tiene estos materiales desde el principio, mientras que el experimental tiene otra distribución temporal (Fig.1). En Moodle (casa) tienen que ver los vídeos de cada una de las clases. Estos vídeos duran no más de 10 minutos. Después deben realizar unos cuestionarios que les abren los contenidos de las siguientes clases. Estos cuestionarios se superan por saturación, es decir, el alumno tiene infinitos intentos pero ha de sacar un 10. En cada intento se barajan preguntas y respuestas.

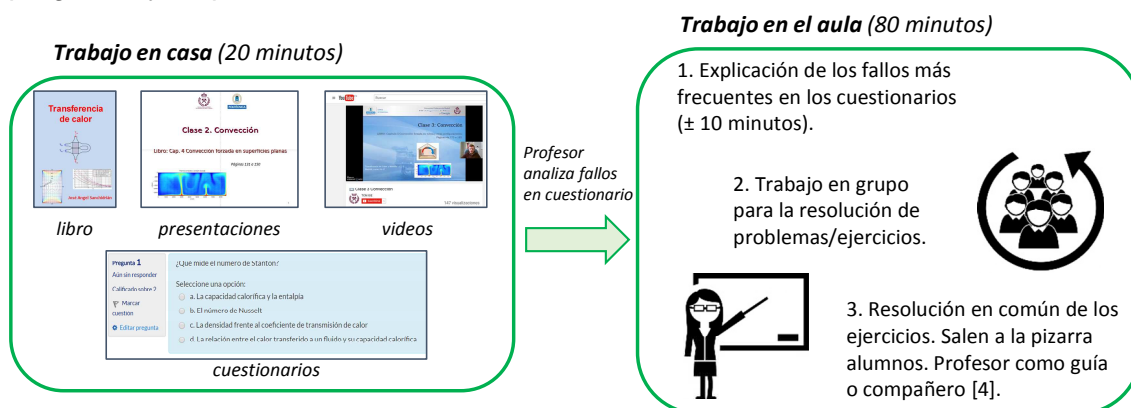
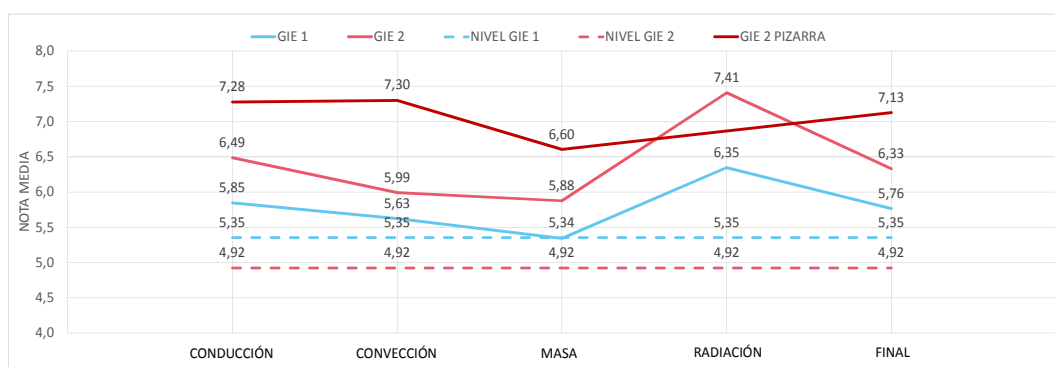


Figura 1. Diagrama de la metodología empleada.

La nota final se pondera valiendo conducción y convección un 33% cada una, masa un 22% y radiación un 11%. Los alumnos pueden presentarse al final si desean subir nota del examen parcial. La nota que finalmente se emplea para la media es la mejor que tengan en cada examen. Los exámenes de conducción y masa son teórico-prácticos de 2 o 3 preguntas, mientras que los de conducción y radiación son de 1 sólo problema donde el alumno puede llevar el material que considere necesario.

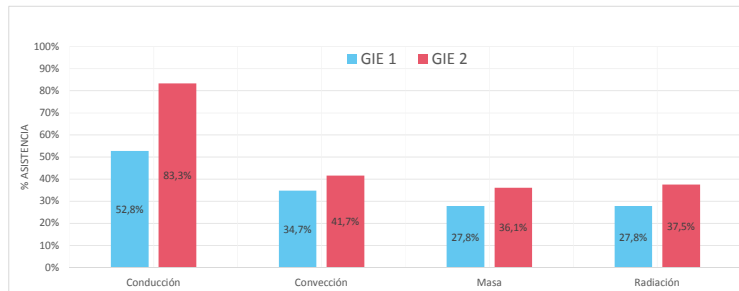
### 3. Resultados

En la Fig.2 vemos el resultado bloque a bloque de cada uno de los grupos y el resultado del test de homogeneización (en la leyenda Nivel – GIE1 o GIE2). Además, se incluyen las notas de los alumnos que salieron a la pizarra en el GIE2 y que mostraron una actitud pro-activa en su aprendizaje (salvo en radiación que no hay datos). Se observa fácilmente como los alumnos del GIE2 que empezaron con un nivel inferior, no sólo han obtenido mejores notas en todos los bloques sino que el grupo en la evaluación final tiene medio punto más de media. La diferencia no es estadísticamente significativa para un valor de significación de 0,05 (pero sí lo es para un valor de 0,10), según el test U de Mann-Whitney con un p-valor de 0,071. Notar que los alumnos del GIE2 más activos (en la leyenda GIE2 pizarra) obtienen aún mejores notas, entre uno y dos puntos más que los demás de su grupo y los del grupo de control. El porcentaje de aprobados frente a presentados también es muy diferente entre los dos grupos siendo un 64% y un 80% para el GIE1 y GIE2, respectivamente.



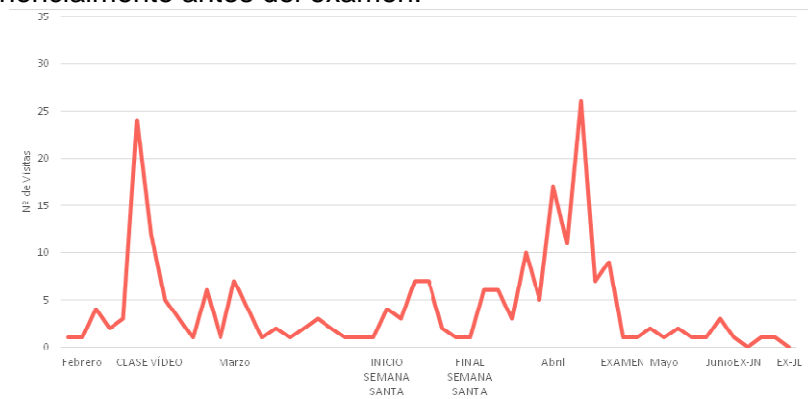
**Figura 2.** Notas medias de cada bloque y final. Incluido el test inicial.

Como puede verse en la Fig.3, la tasa de asistencia decrece según avanza el curso tal y como viene siendo costumbre. Sin embargo, es destacable como en el GIE 2 sistemáticamente asisten más personas a clase. En cuanto a los datos de presentados frente a matriculados como dato global, es decir, considerando los que tienen nota final en junio y para ello han tenido que presentarse a todos los exámenes, las diferencias son importantes. En el GIE1 se han presentado el 78% frente a matriculados, mientras que en el GIE2 esta cifra asciende hasta el 95%.



**Figura 3.** Datos de asistencia de ambos grupos.

Los vídeos subidos a Moodle, se enlazan con el canal Youtube creado para la asignatura. Esto permite utilizar todo el potencial de registro de datos de Youtube. Los alumnos del grupo experimental visualizan los videos de todos bloques de manera más o menos similar. Los porcentajes totales de visualización (tiempo de visualización sobre el total de la duración del mismo) son de un 64,4%, 76,3%, 71,3% y 56,7% para los bloques de conducción, convección, masa y radiación, respectivamente. Por otro lado, el número total de visualizaciones (o pinchazos) en los vídeos es de 1215, 1131, 770, 344, siguiendo el mismo orden que antes. A raíz de estos datos, se observa como el bloque de convección tiene menos pinchazos que el de conducción, pero el tiempo medio de visualización por vídeo es de un 12% más. Parece que los vídeos de convección son más llevaderos, mientras que los de radiación son más pesados (notar que estos vídeos duraban casi 15 minutos). En la Fig. 4 vemos la tendencia de visitas de los alumnos a un vídeo, como se disparan las visitas antes de la clase donde es necesario el vídeo, luego en semana santa aumentan de la gente que estudia, para crecer exponencialmente antes del examen.



**Figura 4.** Visualizaciones vídeo clase 1 convección.

#### 4. Conclusiones

Hoy en día, las escuelas de ingeniería deben producir graduados que sean capaces de resolver problemas, que sean capaces de aprender por sí mismos y que tengan un buen conocimiento técnico. El modelo aquí aplicado (que ayuda a desarrollar estas competencias) en el global de una materia obligatoria con un gran número de alumnos, demuestra que el aula invertida se puede aplicar con razonable éxito en materias similares, mejorando las notas globales de los alumnos, así como su asistencia a clase y a los exámenes (reduciendo la tasa de abandono).

#### REFERENCIAS

- [1] M.L. Sein-Echaluce, A. Fidalgo-Blanco, and F.J. García-Peñalvo, "Metodología de enseñanza inversa apoyada en b-learning y gestión del conocimiento. La Sociedad

del Aprendizaje”, en *Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad – CINAIC*, pp. 464-468, (2015).

- [2] H. Coates, *Student engagement in campus-based and online education: University connections*, Routledge (2006).
- [3] J. O’Flaherty and C. Phillips, “The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review” *The Internet and Higher Education*, Vol. 25, pp. 85-95, (2015).
- [4] J.M. Cortés Martín, “El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica del Derecho Internacional Público”, *Revista electrónica Docencia y Derecho*, ISSN: 2172-5004 (2010).