

ENSEÑANZA DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS EN GRADO Y MÁSTER A TRAVÉS DE AULA INVERTIDA

Anastasio P. Santos^{1*}, Ricardo Castedo¹, Covadonga Alarcón¹, María Chiquito¹, Lina M^a López¹, Kyan Shokouhi¹ y Juan Navarro¹

1: Dpto. Ingeniería Geológica y Minera
E.T.S.I. Minas y Energía
Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: tasio.santos@upm.es; ricardo.castedo@upm.es; c.alarcon@upm.es;
maria.chiquito@upm.es; lina.lopez@upm.es; kyansdios@gmail.com;
juan.navarro.miguel@upm.es

Resumen. *Se ha desarrollado una metodología Flip Teaching en la asignatura obligatoria “Resistencia de Materiales del Grado” del 2º parcial de 2º curso del grado de Ingeniero de la Energía y del grado en Ingeniería en Tecnología Minera en la ETSIME. En ambas titulaciones se tienen dos grupos, dejando uno como control (basado en lección magistral más problemas) y otro experimental (donde se aplica la nueva metodología). Ambos grupos disponen de: presentaciones de power point, el libro de texto y repositorio de problemas. El grupo experimental, además dispone de vídeos 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 pero de una manera más activa. 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.*

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas; Aprendizaje Colaborativo; Aprendizaje Cooperativo; Aula Invertida-Flipped classroom; Competencias transversales; Elaboración material docente; Grado; Grupos numerosos de estudiantes; Máster; Materias básicas en ingeniería y arquitectura; Tele-enseñanza; Trabajo en Equipo/Grupo; Uso de TIC; Video educativo

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 en las técnicas empleadas, etc. [3].

En este proyecto se ha aplicado la metodología de aula invertida o *flipped classroom* y se 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 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

Según los datos de la secretaría del centro, la nota media de corte con la que esta promoción accedió al grado de Ingeniería de la Energía (GIE) fue de 8,245 en el presente curso (2017-18), mientras que en grado en Ingeniería en Tecnología Minera (GITM) fue de 5,000. Tanto en GIE como en GITM se tienen dos grupos, en GIE el grupo 1, también llamado GIE1 (siendo el grupo de control o GIE-GC) con 93 alumnos y el grupo 2 (siendo el grupo experimental o GIE-GE) con 97 alumnos. En cuanto a GITM también se tienen 2 grupos denominados GITM1 (siendo el grupo de experimental o GITM-GE) con 72 alumnos y el grupo GITM2 (siendo el grupo de control o GITM-GC) con 55 alumnos.

La materia está dividida en 5 temas, que en orden cronológico son (entre paréntesis, horas de clase):

- Tema 6: Introducción a la Resistencia de Materiales (10 h).
- Tema 7: Tracción - Compresión (6h).
- Tema 8: Flexión (10h).
- Tema 9: Torsión (2h).
- Tema 10: Método de la Flexibilidad (6h).

Los dos primeros temas tienen un examen liberatorio de evaluación continua que es común para todos los grupos, y se realizó el día 13 de abril. Los otros tres temas (7,8 y 9) tienen un examen parcial para todos los grupos el 28 de mayo, también de carácter liberatorio. Para superar la materia el alumno debe obtener, más de un 3 en cada bloque, y la media ponderada ha de resultar mayor o igual a 5. Ambos exámenes cuentan lo mismo de cara a la calificación final (50% cada uno).

Ambos grupos, de ambas titulaciones, tienen los mismos materiales básicos en Moodle como son los apuntes de la materia en pdf, las presentaciones en Power Point y colección de problemas resueltos. Sin embargo, los grupos de control (metodología tradicional que mezcla teoría y problemas) tienen estos materiales desde el principio, mientras que los experimentales tienen otra distribución temporal. En Moodle (casa) tienen que ver los vídeos de cada una de las clases. Estos vídeos duran unos 10 minutos de media. 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.

3. Resultados

La evaluación de la homogeneidad de las muestras se apoya en un test de 5 preguntas basadas en lo enseñado en la clase 1, considerándose sólo las respuestas correctas (sin penalización de las respuestas incorrectas). En cuanto a los resultados en el GIE, no podemos decir que los grupos sean diferentes y por tanto, al aplicar la metodología cualquier cambio es significativo; puesto que el p-valor del test U de Mann-Whitney es igual a 0,51, mayor que el nivel de significancia de 0,05. Sin

embargo, para GITM, en las mismas condiciones, obtenemos un p-valor de 0,004, mucho menor de 0,05; por tanto, la hipótesis nula se rechaza pudiendo así decir que las muestras (GITM-GC y GITM-GE), provenientes de distribuciones continuas, son distintas. El valor medio sobre 10 para GITM-GC es de 7,00 y la de GITM-GE es de 8,269, por tanto el grupo experimental presenta un nivel de partida superior.

En cuanto a la asistencia a clase, la tendencia es muy diferente entre los alumnos del GIE (Fig. 1) y los alumnos del GITM (Fig. 1). En los alumnos del grupo experimental del GIE, la asistencia es casi igual que los alumnos del grupo de control durante todo el curso. Sin embargo, en los alumnos del GITM la asistencia en el grupo experimental es mucho más alta que en el de control, mejorando así la implicación de los alumnos.

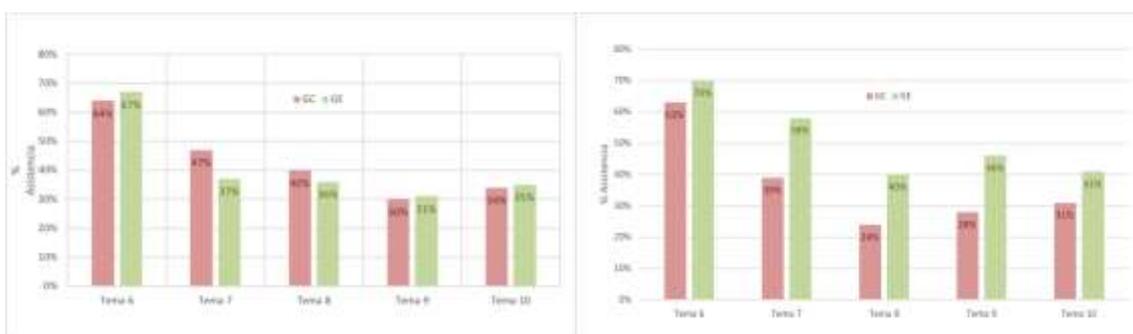


Figura 1. Asistencia a clase por tema GIE (izquierda) y GITM (derecha).

En cuanto a los resultados académicos, nos encontramos que los alumnos del GIE no presentan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (Tabla 1). Sin embargo, el porcentaje de presentados frente a matriculados (P/M) para el grupo experimental en el examen final de junio es bastante más alto que en el de control. En el GITM (Tabla 2), la diferencia en el examen final es estadísticamente significativa a favor del grupo experimental, manteniéndose la tendencia encontrada en el test de homogeneidad. El porcentaje de presentados también es mucho más alto.

En cuanto a la tendencia de visualización de los videos, sirva como ejemplo la Fig. 2, de los videos de la clase 2 y case 5 del GIE y el GITM, respectivamente. Los videos tienen muchas visitas antes de la clase correspondiente, algunas (pocas) antes de semana santa, muchas antes del examen, y apenas ninguna para el examen de junio.

Tabla 1. Resultados de los exámenes parciales de los dos grupos de GIE.

	Primer Parcial		Segundo Parcial		FINAL JUNIO	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Media	7,09	7,14	4,7	4,37	4,84	4,86
Desv. típica	2,44	2,46	2,23	2,42	1,12	1,86
Mediana	7,5	7,35	4,9	4,4	5,10	4,64
Presentado/Matriculado (%)	83	93	83	98	65	98
Aprobado/Presentado (%)	75	79	37	47	50	46
U de Mann-Whitney	0,388		0,951		0,467	
Kolmogorov-Smirnov	0,834		0,729		0,352	

Tabla 2. Resultados de los exámenes parciales de los dos grupos de GITM.

	Primer Parcial		Segundo Parcial		FINAL JUNIO	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Media	5,88	6,07	3,32	3,99	3,68	6,08
Desv. típica	2,32	2,08	2,94	2,62	2,76	2,36
Mediana	5,9	5,7	2,2	3,5	3,15	4,2
Presentado/Matriculado (%)	83	96	76	89	76	89
Aprobado/Presentado (%)	60	66	25	32	41	40
U de Mann-Whitney	0,654		0,106		0,037	
Kolmogorov-Smirnov	0,849		0,126		0,003	

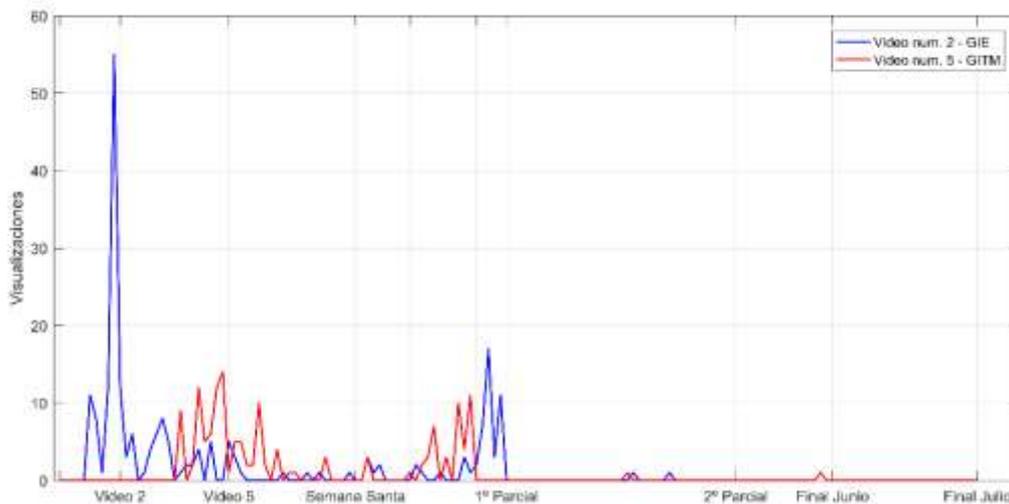


Figura 2. Tendencia de visualización de los vídeos 2 y 5 del tema 6 para GIE y GITM.

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, y 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] R. Castedo, L.M. López, M. Chiquito, J. Navarro, J.D. Cabrera y M.F. Ortega “Flipped classroom—comparative case study in engineering higher education” *Computer Applications in Engineering Education*, <https://doi.org/10.1002/cae.22069> (2018).