

# MÉTODOS DE AULA INVERTIDA Y VALORACIÓN DE SU IMPACTO MEDIANTE UN CUESTIONARIO DE ACTITUD EN ASIGNATURAS DEL DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA APLICADA.

M. D. Redondas Marrero<sup>1</sup>, P. Cristóbal Ruiz<sup>2</sup>, L. Martín Horcajo<sup>1</sup>, A. Pérez Raposo<sup>1</sup>, E. Sadornil Arenas<sup>2</sup> y A. Vivar Sanz<sup>2</sup>.

1: Departamento de Matemática Aplicada.  
ETS Edificación. UPM

e-mail: {dolores.redondas, luisa.martin.horcajo, alvaro.p.raposo}@upm.es

2: Departamento de Matemática Aplicada.  
ETS de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural. UPM  
e-mail: {pilar.cristobal, enrique.sadornil, alejandro.vivar}@upm.es

**Resumen.** Este proyecto se ha desarrollado sobre dos líneas. Por un lado el estudio de la aplicación de una experiencia de aula invertida en un grupo, comparándolo con un grupo de control, un grupo de características similares. Por otro lado, dada la dificultad en valorar las consecuencias de la aplicación de técnicas de innovación educativa, la segunda línea es la elaboración de un cuestionario, que nos permita valorar el cambio de actitud de los alumnos con respecto a las matemáticas.

**Palabras clave:** Aprendizaje activo, calidad en la enseñanza, elaboración material docente, evaluación de las enseñanzas, evaluación del aprendizaje, aprendizaje adaptativo, aula invertida, autoaprendizaje - aprendizaje autónomo.

## 1. Introducción

En la aplicación de las metodologías de innovación educativa los profesores nos encontramos con la dificultad de valorar la eficacia de las mismas. Aunque estas metodologías tienen ventajas evidentes, los resultados de su aplicación no siempre se ven reflejados en los expedientes de los alumnos y cuando se intenta hacer un análisis comparativo de los resultados los experimentos no son realizables debido a la variabilidad existente en los alumnos, asignaturas, grados, profesores....

Es por todo ello que puede resultar interesante disponer de una herramienta que permita valorar un posible cambio en los alumnos, no centrado en el cambio en el conocimiento de la materia, sino en valorar cuál es su actitud frente a las matemáticas. La realización de este cuestionario es muy compleja, por ello, hemos partido como base de un cuestionario ya realizado por la Universidad de Colorado para valorar el cambio de actitud de los alumnos después de cursar una asignatura de Física.

## 2. Aplicación de la metodología

Este proyecto se ha desarrollado sobre dos líneas principales. La primera de las líneas de este proyecto, es realizar una experiencia de aula invertida en la asignatura "Métodos Cuantitativos para la Empresa", una asignatura del semestre par de la titulación de Doble Grado en Edificación y Administración y Dirección de Empresa (en adelante Edificación+ADE), que se imparte en la ETS Edificación de la UPM. En esta asignatura se impartieron 5 semanas con la metodología de aula invertida, es decir, en determinados contenidos el alumno prepara los contenidos (lee material, ve un video, busca información,...) mientras que en las clases presenciales se realizan actividades como aclarar dudas, realizar ejercicios y hacer trabajos en una dinámica de grupos.

Esta asignatura se impartió el curso pasado de forma paralela en dos dobles grados: Edificación+ADE y Doble Grado en Informática y Administración y Dirección de Empresa (en adelante Informática+ADE). Ambos tenían un perfil muy similar: son un único grupo de doble titulación, la titulación es de nueva creación (segundo o primer año respectivamente), el grupo de repetidores es muy escaso (o nulo en Informática+ADE). Esto hace que los grupos de alumnos sean muy cohesionados y con una dinámica de grupo muy fuerte. Además, las clases de la asignatura se imparten los mismos días en horarios consecutivos. Esta dinámica tan especial era lo que nos permitiría tomar uno de los grupos como grupo de control (Edificación+ADE) y aplicar la metodología de aula invertida en el otro (Informática+ADE), para, comparando los resultados en ambos grupos, valorar las virtudes de esta dinámica.

En cinco de las semanas del curso se programó la docencia mediante la metodología de aula invertida. La asignatura se impartía en ambos grupos los jueves y los viernes, de forma que cuando había programada una semana de "aula invertida", el viernes anterior, se le proporcionaba a los alumnos material para prepararse el contenido previsto. De esta forma los alumnos disponían del material el fin de semana anterior y podían planificarse la preparación del contenido.

La semana de aula invertida, comenzaba con una dinámica de grupo, en la que los alumnos, en grupos de 4, se contaban y/o aclaraban los contenidos de lo que habían preparado. A continuación, mediante una puesta en común, se resolvían dudas. Finalmente se realizaba una práctica de esa parte de la materia.

Aunque la aplicación de la dinámica de aula invertida fue muy satisfactoria, la comparación entre grupos no se pudo efectuar. Mientras que en el grupo de Informática+ADE la actitud en clase era dinámica, los alumnos llevaban la materia al día y los resultados de las pruebas evaluables eran muy satisfactorios, el grupo Edificación+ADE mostró una actitud muy pasiva desde el principio, los alumnos iban a remolque del temario y antes incluso de comenzar con las dinámicas de aula invertida, se observaron unos resultados significativamente inferiores en la pruebas de evaluación que se realizaban en el aula.

### **3. Realización del cuestionario.**

La otra parte importante de este proyecto, era elaborar un cuestionario equivalente a uno realizado en la Universidad de Colorado<sup>[1]</sup>, que permita valorar el cambio de actitud de nuestros alumnos con respecto a las matemáticas; un cuestionario específico para matemáticas, con el que además podamos valorar el cambio de actitud de los alumnos cuando se implementan en el aula metodologías docentes innovadoras y que sea aplicable en cualquier asignatura de matemáticas de un alumno de los primeros cursos de ingeniería de la UPM.

La redacción del cuestionario fue especialmente complicada. Como punto de partida, se tradujo el cuestionario realizado en la Universidad de Colorado para la materia de Físicas, adaptando las cuestiones que lo requerían a las matemáticas. Las cuestiones deben medir una *actitud* frente a las matemáticas, deben abordar campos muy amplios para poder medir cualquier cambio de actitud y al mismo tiempo deben estar muy bien redactadas para no dar lugar a distintas interpretaciones.

Este cuestionario se ha pasado a 465 alumnos en febrero, al inicio del semestre par, pertenecientes a 10 grupos, 6 titulaciones, 9 profesores y 6 asignaturas distintas. Además, para poder comparar los resultados, rellenaron el cuestionario 22 profesores de matemáticas. A fin de curso se volvió a pasar el cuestionario a los alumnos, de los que 229 respondieron al cuestionario ambas veces.

En primer lugar se analizaron las respuestas de los expertos, entendiendo que la evolución de los alumnos debería ser en ese sentido y se observó que había algunas preguntas que daban lugar a más de una interpretación. Finalmente, se analizó con

gran detalle la evolución de los alumnos a través del cuestionario, tanto la evolución a través de las preguntas –es decir, ver en qué preguntas ha habido más cambios y hacia dónde se ha dirigido ese cambio- como la evolución de las respuestas a través de los alumnos – observando qué alumnos han cambiado muchas de sus respuestas y/o los que apenas han cambiado de opinión-.

Los resultados han sido en parte decepcionantes, si bien es verdad que en determinadas cuestiones la evolución de las respuestas de los alumnos ha sido significativa y en el sentido adecuado (por ejemplo, “suelo reflexionar acerca de las matemáticas que encuentro en mi día a día”). En general hemos encontrado demasiada variabilidad en la evolución de las respuestas, tanto en el análisis por preguntas como en el análisis por alumno. Creemos que el origen de esta alta variabilidad está por un lado en que algunas preguntas pueden tener diferentes lecturas y por otro lado en que el alumno no presta el suficiente interés en contestar y responde un poco al azar. Por ello el siguiente paso en la elaboración del cuestionario se va a centrar en tres aspectos: reducir el número de preguntas a 20-25, reformular las cuestiones de forma que sean menos ambiguas, y finalmente, analizar qué cambios son debidos al seguimiento del curso del matemáticas o a la variabilidad propia del alumno pasando el cuestionario, como control, dos veces sucesivas en las primeras semanas de curso.

#### 4. Conclusiones

Aunque la experiencia de aula invertida ha sido satisfactoria y el material elaborado es un recurso que quedará para la asignatura, no se ha podido hacer el estudio comparativo entre los dos grupos de la asignatura dado que la dinámica y la evolución de ambos fue muy distinta.

Con respecto a la elaboración del cuestionario, éramos conscientes de que la dificultad de esta tarea no nos permitiría conseguir nuestro propósito completamente con este proyecto. No obstante se han alcanzado importantes objetivos: hemos realizado una primera versión y detectado los principales inconvenientes, tenemos claras qué las a introducir y que serán necesarios varios intentos antes de conseguir un cuestionario satisfactorio.

#### REFERENCIAS

- [1] W.K. Adams, K.K. Perkins, N.S. Podolefsky, M. Dubson,, N.D. Finkelstein, and C.E. Wieman, “Colorado (Colorado Learning Attitudes about Science Survey, “CLASS”): New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics. Physical review special topics. Physics education research 2. 2006] )
- [2] Castilla, Gillermo, A. Alriols, Juan, G. Romana, Manuel, Escribano, Juan José. *Resultados del estudio experimental de flipped learning en el ámbito de la enseñanza de matemáticas en ingeniería*. XII jornadas internacionales de Innovación Universitaria. Educar para transformar: aprendizaje experiencial.
- [3] M<sup>a</sup> Luisa Sein-Echaluce Lacleta, Ángel Fidalgo Blanco, Francisco García Peñalvo. *Flip Teaching Methodology supported on b-learning*. III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015)
- [4] K.K. Perkins, W.K. Adams, S.J. Pollock, N.D. Finkelstein and C.E. Wieman. *Correlating Student Attitudes With Student Learning Using The Colorado Learning Attitudes about Science Survey*. Journal of Chemical Education (2008).

N.º	Pregunta	muy en desacuerdo	en desacuerdo	neutro	de acuerdo	muy de acuerdo
1	Me resulta difícil aprender matemáticas por la gran cantidad de información que hay que memorizar					
2	En general, cuando resuelvo un problema de matemáticas reviso si mi solución es razonable					
3	Suelo reflexionar acerca de las matemáticas que encuentro en mi día a día.					
4	Para mí es útil hacer montones de ejercicios y problemas para aprender matemáticas.					
5	Tras estudiar un tema de matemáticas y sentir que lo entiendo, tengo dificultades para resolver ejercicios de ese mismo tema.					
6	Las matemáticas consisten en muchos temas inconexos.					
7	Para mí, leer la teoría en detalle es una buena forma de aprender matemáticas.					
8	Habitualmente solo hay un camino correcto para resolver un ejercicio de matemáticas.					
9	No me quedo a gusto hasta que entiendo porqué un método funciona.					
10	No puedo entender las matemáticas si los profesores no explica las cosas bien en clase.					
11	Las matemáticas que aprendo me serán útiles en mi vida fuera de la universidad.					
12	Si me atasco en un problema de matemáticas al primer intento, procuro buscar otro camino que funcione.					
13	No espero que los teoremas matemáticos me ayuden a entender las ideas; me limito a aplicarlos mecánicamente.					
14	Todo el mundo es capaz de entender las matemáticas si se lo curra de verdad.					
15	Entender las matemáticas significa, básicamente, ser capaz de recordar algo que has leído o te han enseñado.					
16	Cuando me encuentro con varias soluciones al resolver un problema de matemáticas no sé elegir la más adecuada al problema.					
17	Para entender las matemáticas las discuto con amigos y otros estudiantes.					
18	Si estoy cinco minutos atascado/a en un ejercicio lo abandono o busco ayuda de alguien.					
19	Si para resolver un ejercicio de matemáticas en un examen, necesito una fórmula y no la recuerdo no hay nada que pueda hacer (¡legalmente!) para dar con ella.					
20	Si quiero aplicar un método usado para resolver un problema de matemáticas a otro problema, los problemas deben ser muy similares.					
21	Cuando resuelvo un ejercicio de matemáticas, si mis cálculos me dan un resultado extraño confío en los cálculos en lugar de revisar todo el ejercicio.					
22	En matemáticas para mí es importante entender los métodos a aplicar antes de poder usarlos correctamente.					
23	Disfruto resolviendo ejercicios y problemas de matemáticas.					
24	Aprender matemáticas cambia mi forma de entender cómo funciona el mundo.					
25	Para aprender matemáticas solo necesito memorizar cómo se resuelven algunos problemas tipo.					
26	Las habilidades de razonamiento usadas en matemáticas me pueden ser útiles en mi vida diaria.					
27	Emplear mucho tiempo para entender de dónde viene una fórmula es una pérdida de tiempo.					
28	Un ejercicio o un problema de matemáticas se termina cuando se encuentra una solución.					
29	Analizar en detalle unos pocos ejercicios y problemas es una buena forma de aprender matemáticas.					
30	Esta es para descartar a los que no están leyendo los enunciados. Selecciona «de acuerdo» para que no descartemos tu encuesta.					
31	Habitualmente soy capaz de encontrar un camino para resolver un problema de matemáticas.					
32	Después de la enseñanza primaria, las matemáticas que he aprendido tienen poco que ver con lo que yo veo en el mundo real.					
33	A veces resuelvo problemas de matemáticas de varias maneras para ayudarme a entenderlos.					
34	Al resolver un problema de matemáticas, a veces pienso en mis experiencias personales y las relaciono con el tema que estoy estudiando.					
35	Es posible explicar las ideas matemáticas sin ecuaciones ni fórmulas.					
36	Cuando resuelvo un problema de matemáticas pienso, explícitamente, en las ideas matemáticas que se aplican al problema.					
37	Si me atasco en un problema, no hay manera de avanzar por mi cuenta.					
38	Cuando estudio matemáticas relaciono la información importante con lo que ya conozco, en lugar de simplemente memorizarla tal y como se presenta.					
39	Los modelos matemáticos son aproximaciones a la realidad, por lo que las matemáticas dan una respuesta aproximada, nunca exacta.					
40	Pienso que todos los problemas de matemáticas tienen solución, aunque yo no pueda encontrarla.					