

# Una experiencia de enseñanza inversa en un curso de matemáticas en Ingeniería Informática

Agustín Valverde Ramos  
Dept. de Matemática Aplicada  
Universidad de Málaga  
a\_valverde@ctima.uma.es

## Resumen

Presentamos la experiencia de organización siguiendo una metodología de *enseñanza inversa*, para la asignatura de *Cálculo para la computación*. Describiremos los elementos claves que se han elegido para el diseño metodológico y las razones que han determinado esa elección. Para evaluar la experiencia, analizaremos los resultados académicos del grupo en el que se ha realizado, y lo compararemos con los resultados del curso anterior y los resultados de otro grupo de este mismo curso. También se ha realizado una encuesta en la que se pedía la crítica libre sobre la evolución del curso; presentaremos un resumen de las respuestas obtenidas.

## Abstract

An experience of teaching organization following the *flipped classroom* methodology for the subject of *Calculus for computing science* is presented. The core elements of the new methodology are described and also the reasons justifying some key decisions. The experience is analysed from the academic results of the group and they are compared with two other groups, one of the previous academic course and the other in the same year. In addition, free critics from the students have been used to detect the strongest and the weakest points of the proposal.

## Palabras clave

Enseñanza inversa, aprendizaje activo

## 1. Introducción

La metodología docente conocida como *enseñanza inversa*<sup>1</sup> puede describirse rápidamente de la siguiente forma: el estudiante estudia en casa la parte teórica de

<sup>1</sup>En inglés esta metodología se conoce por *flipped classroom* o *inverted classroom*.

la asignatura ayudado del material docente que el profesor le facilita, y en el aula pone en práctica este conocimiento resolviendo ejercicios o desarrollando actividades propuestas por el profesor, ya sea de forma individual o en grupo. En los últimos años, está creciendo el número de profesores y centros que están incorporando esta metodología en sus programaciones, aunque existen experiencias descritas desde antes del año 2000 [3]. Posiblemente, deberíamos destacar la educación primaria y secundaria como los entornos que adoptaron en primer lugar estas iniciativas, siendo la Universidad el último en incorporar esta metodología.

Muestra del creciente interés por la enseñanza inversa, es el gran número de portales web dedicados a ella,

<http://flippedclassroom.org>

<http://www.theflippedclassroom.es>

<http://mathflip.wordpress.com>

<http://www.pinterest.com/techsmithedu/>

[classroom-ideas-for-flippers,](http://www.pinterest.com/techsmithedu/classroom-ideas-for-flippers/)

y el creciente número de recursos tecnológicos y virtuales para facilitar la creación de recursos docentes, [1],

<http://www.educations.com>

<http://www.classroomsalon.com>

<http://www.knowmia.com>

<http://www.morriscooke.com>

En una primera fase, los profesores empezaron a apoyarse en la gran cantidad de recursos audiovisuales que hay actualmente en Internet, lo que les permite compartir sus clases magistrales en el aula con clases magistrales online en casa:

<http://www.khanacademy.org>

<http://www.apple.com/education/ipad/resources/>

Otro factor que ha impulsado la implantación de este tipo de metodologías, ha sido el gran auge que han sufrido los OCW (*OpenCourseWare*) y MOOC (*Massive Open Online Course*) en los últimos años, lo que ha provocado que se quiera trasladar su paradigma formativo a la enseñanza presencial.

Las asignaturas que mayoritariamente han adoptado esta metodología han sido las de carácter más práctico, como biología y física [4]. Ese contexto es a priori

el más natural, y en cierto sentido, podemos entender que es la metodología más habitual para este tipo de asignaturas: los profesores distribuyen a los alumnos el material teórico que deben leer y preparar para poder aprovechar las clases que posteriormente se harán en laboratorios. Sin embargo, el salto cualitativo está en abandonar la separación entre aula y laboratorio; con la enseñanza inversa se perseguiría que todas las clases sean en un laboratorio o incluso convertir el aula en laboratorio. Estas ideas han sido trasladadas igualmente a estudios de ingeniería [7, 6] y en particular de ingeniería del software [2]

En este trabajo vamos a presentar la experiencia de enseñanza inversa en la asignatura de *Cálculo para la computación*, que se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso de los Grados en Ingeniería de Computadores, del Software e Informática en la E. T. S. I. Informática de la Universidad de Málaga. Describiremos los elementos claves elegidos para el diseño metodológico y las razones que han determinado esa elección. No es nuestro objetivo entrar en el debate actual sobre la definición precisa del paradigma de la enseñanza inversa y las diferencias y similitudes con otros conceptos como la *enseñanza mixta* (en inglés, *Blended Education*), el *aprendizaje activo* [8] o el *aprendizaje ubicuo*. Posiblemente, hayamos incorporado muchos de los elementos que describen estos paradigmas, pero tampoco es nuestro objetivo adoptar modelos puros o defender las bondades de unos sobre otros.

El resto de trabajo está estructurado como sigue. En la sección 2, presentaremos el contexto y los antecedentes de la asignatura que nos llevan a diseñar la experiencia. La sección 3 describe con detalle los distintos elementos que componen y definen la experiencia. En la sección 4, mostraremos los distintos indicadores que nos han permitido evaluar el desarrollo y resultados de la experiencia. En la sección 5, expondremos nuestro análisis personal y terminamos con la sección 6 con las conclusiones del trabajo.

## 2. Motivación y contexto

La asignatura *Cálculo para la computación* es común en los Grados de Ingeniería de Computadores, del Software e Informática. Los estudiantes del primer curso se dividen en cinco grupos, algunos de los cuales comparten alumnos de dos o incluso de los tres grados. En concreto, en el grupo en el que se ha realizado la experiencia que se describe en este trabajo, la mayoría de los alumnos son del G. I. de Computadores, pero también hay alumnos del G. I. del Software.

Las asignatura pertenece a la materia de Matemáticas, que a su vez forma parte del módulo de formación básica. Las asignaturas de este módulo, y muy es-

pecialmente el Cálculo para la computación, son las asignaturas que arrastran las menores tasas de rendimiento y de éxito.<sup>2</sup> En particular, para la asignatura de Cálculo la tasa de éxito en los tres primeros cursos académicos tras la implantación de los nuevos grados fueron 13.56, 14.93 y 25.76; las correspondientes tasas de rendimiento fueron 5.90, 6.14 y 11.31. Estos datos corresponden al global de los tres títulos, pero debemos tener en cuenta que en el desglose por grados, el G. I. de Computadores presenta tasas por debajo de la media. También hay que desatacar que los alumnos de esta especialidad acceden a la universidad con una nota muy baja en selectividad.

Una de las dificultades principales de las asignaturas de matemáticas es la dependencia de la formación preuniversitaria del estudiantes. Habitualmente, los estudiantes no tienen el nivel de conocimiento que se debería corresponder con un alumno que ha superado las asignaturas de matemáticas de la educación secundaria y bachillerato. Es más, en la mayoría de los casos ni siquiera tienen soltura suficiente en destrezas que deberían haber adquirido en primaria y en los primeros años de secundaria (dificultades al realizar operaciones aritméticas, dificultades en la manipulaciones básicas de expresiones algebraicas, dificultades en la resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones de menos de tres incógnitas, desconocimiento de las propiedades de las funciones exponenciales, logarítmicas y trigonométricas, ...)

También hay que tener en cuenta que todas las asignaturas del módulo básico se imparten en el primer curso de los grados, es decir, son las primeras asignaturas que el alumno se encuentra al iniciar su formación universitaria, coincidiendo con la fase de adaptación a un nuevo sistema educativo y a todos los retos que ello conlleva. Para la mayoría de estudiantes, el trabajo que supone el seguimiento y estudio de cinco asignaturas simultáneamente, es un reto insuperable, lo que les lleva abandonar una o más asignaturas para centrarse exclusivamente en el resto. Analizando las tasas de rendimiento y éxito de los tres primeros cursos en los que se han impartido los nuevos grados, se observa que las asignaturas que más abandonan son, por este orden: Cálculo para la computación, Matemática Discreta y Física.

El equipo docente encargado de la asignatura de Cálculo se mantiene estable desde los últimos cursos de las antiguas titulaciones, y ha sido el encargado de adaptar los contenidos y las metodologías docentes y evaluadoras. Durante los tres primeros cursos, se ha hecho un gran esfuerzo por adaptar los contenidos a las necesidades de los nuevos títulos, a la realidad del

<sup>2</sup>Recordemos que la tasa de rendimiento es la proporción de alumnos que superan la asignatura respecto de los matriculados. La tasa de éxito es la proporción de alumnos que superan la asignatura respecto de los que completan el proceso de evaluación.

perfil de los alumnos de ingreso y al nuevo paradigma impuesto por el Espacio Europeo de Educación Superior en lo que se refiere a la medida del tiempo de trabajo que un estudiante debe dedicar a cada asignatura. El equipo docente entiende que, actualmente, la descripción de los resultados de aprendizaje de la asignatura es el adecuado para el contexto en el que está y que deben ser otros los factores a analizar para mejorar, si es posible, los resultados académicos.

Otro elemento que ha sido objeto de análisis por el equipo docente, y que ha sufrido sucesivos ajustes a lo largo de los últimos diez años, ha sido la evaluación. Actualmente, hemos adoptado un sistema de evaluación que equilibra la función motivadora, la función formativa y la función propiamente evaluativa. En cualquier caso, este aspecto no será analizado con detalle en este trabajo, ya que realizaremos una comparativa entre grupos y cursos que comparten esencialmente el mismo método de evaluación.

En este contexto, nos hemos planteado investigar métodos que puedan mejorar los resultados de esta asignatura centrándonos en la actividad en el aula. Al buscar una metodología alternativa, hemos buscado incidir fundamentalmente en dos puntos: por una parte, retrasar, e incluso evitar, el momento en que el alumno abandona el estudio de la asignatura en el curso, y por otra parte, conseguir que el alumno considere fructífero el tiempo que dedica al estudio y al trabajo en la asignatura. Naturalmente, estos objetivos no son independientes. Creemos que para romper la inercia de sentimiento de fracaso prematuro que los alumnos sienten al empezar el curso (en la mayoría de los casos por la información histórica que reciben de los compañeros de cursos superiores), es fundamental que el alumno trabaje en la asignatura de forma constante y prolongada, para que sea él quien saque las conclusiones sobre sus verdaderas posibilidades.

Entendimos que la enseñanza inversa era el marco metodológico adecuado por varias razones. Permite que el estudiante adapte su trabajo a sus necesidades reales, a su nivel de conocimientos y a sus destrezas. En esta flexibilidad, el alumno puede incluso integrar una dinámica de trabajo basada en estudiar “a golpe de examen”, no solo en esta asignatura, sino también en el resto. Por otra parte, hemos observado que la comprensión de los conceptos matemáticos nuevos no suelen suponer grandes problemas para los estudiantes, pero que sin embargo, sí encuentran muchas dificultades en el momento de aplicar estos conceptos a problemas y actividades concretas. Parece que el modelo de la enseñanza inversa, en el cual el trabajo práctico es el que se realiza en presencia del profesor en el aula, podía ser la forma idónea para que el alumno encontrara la ayuda que necesita en el momento en el que más la necesita.

### 3. Descripción de la metodología

Como ya hemos dicho en la introducción, no vamos a entrar en el análisis teórico de la metodología de enseñanza inversa ni en valorar cuáles son los elementos que una adopción pura del método debe incluir o no. Vamos a describir a continuación los elementos que han definido nuestra aproximación a este paradigma y cuales han sido los objetivos que nos han llevado a adoptarlos.

#### 3.1. Aprendizaje autónomo

La organización del curso se ha realizado de forma que la fase de trabajo autónomo del alumno se dedique fundamentalmente al estudio de los conceptos teóricos necesarios para alcanzar los resultados de aprendizaje. Naturalmente, para que un estudiante se enfrente adecuadamente a estos contenidos, es necesario que acceda a un material docente adecuado, adaptado a su nivel y que delimite claramente los objetivos que debe alcanzar. Los alumnos disponen de un libro de apuntes creado ad hoc para la asignatura por el equipo docente, y que es común para todos los grupos de los tres grados. En este libro de apuntes, se incluyen las relaciones de ejercicios, que se adecuan al nivel de dificultad de los utilizados después en los exámenes.

Una de las limitaciones de los habituales libros de apuntes (incluido el nuestro), es que por muy sencillo que sea el lenguaje que se utilice, y por muy adaptado que esté al nivel de conocimientos medio de los estudiantes, siempre les resulta difícil de leer y de entender. Debemos tener en cuenta que, en la mayoría de los casos, es la primera vez que se enfrentan a un texto científico, en el que se cuida la estructura formal. De hecho, consideramos como competencia transversal el manejo de textos científicos, y para ayudar a alcanzarla, nuestro libro de apuntes se encuentra en un punto medio entre un libro de texto y un libro científico. Adicionalmente, para ayudar a salvar esta dificultad, hemos considerado necesario incluir material audiovisual que complemente el libro de la asignatura, y para ello se han creado casi cien vídeos.

Con estos vídeos conseguimos que el alumno encuentre un soporte visual a su aprendizaje, y que no se enfrente simplemente a contenidos estáticos, sino que puedan ver los desarrollos de los ejemplos de una forma dinámica, con la asistencia de las explicaciones que resaltan e inciden en los puntos más importantes.

Por otra parte, los vídeos son una pieza fundamental en la concepción flexible de la metodología de enseñanza inversa. Las clases magistrales en el aula se “pierden” una vez concluidas y un alumno que no haya podido asistir, que no haya prestado suficiente atención o que se encuentre en una etapa más retrasada en su trabajo, perderá inevitablemente esa clase. Los ví-

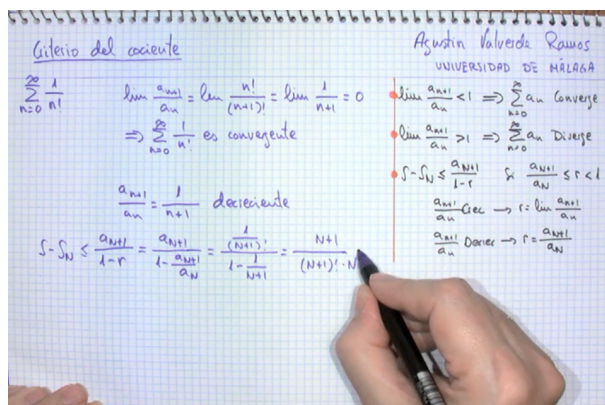


Figura 1: Ejemplo de vídeo usado como apoyo al material docente impreso.

de los que les permiten recibir esa clase magistral cuando lo necesite y lo que es más importante, cuantas veces lo necesite. Esa posible repetición es clave para la adaptabilidad del método: dos estudiantes distintos pueden dedicar distintas cantidades de tiempo a distintas partes del temario, pero mantener una contemporaneidad en su formación.

Teniendo en cuenta que el libro de apuntes ya era un material muy maduro en el diseño de la asignatura, y compartido por todos los miembros del equipo docente, la decisión más importante que hubo que tomar para lanzar la nueva propuesta era qué vídeos se iban a utilizar. Teníamos que decidir si íbamos a usar vídeos ya disponibles en internet o creados por nosotros, y en cualquier caso, qué tipo de vídeos se iban a elegir.

En primer lugar, se tomó la decisión de crear vídeos propios. Aunque hay disponibles, en las plataformas que ya mencionamos anteriormente, material de calidad aceptable, no conseguimos encontrar una colección que cubriera todos los temas que necesitábamos y que presentaran una homogeneidad adecuada. Otra razón estaba en la elección que habíamos hecho a priori de trabajar con vídeos cortos, en torno a los diez minutos y que, en cualquier caso, no superaran los quince. Es muy escaso el material disponible de este tipo y más escaso si requerimos cierta calidad.

Para decidir el tipo de vídeo que se iba a realizar, analizamos los distintos tipos que actualmente hay disponibles. En primer lugar optamos por un formato de corta duración, que se adapta a los estándares actuales del lenguaje audiovisual, incluso en ambientes formativos [5]. La mayoría de los vídeos utilizados está por debajo de los diez minutos, aunque algunos se acercan a los quince.

En cuanto a la presentación del contenido dentro de los vídeos, optamos principalmente por la grabación cenital de un papel en blanco sobre el que el profesor escribe y hace los desarrollos que se quieren explicar (ver Figura 1). Elemento importante de este tipo de

vídeos es el hecho de que, durante la explicación, se ve la mano del profesor moviéndose sobre el papel, como si estuviera delante de nosotros.<sup>3</sup> El uso de tabletas gráficas aparentemente mejoraba el aspecto final, pero con un resultado igualmente manuscrito, se perdía la función de guía del movimiento de la mano. El uso de las mismas transparencias de una clase magistral convierte el contenido en demasiado estático y no ayuda al alumno a valorar el tiempo real necesario para realizar los desarrollos. Este tipo de formato sí se utilizó en tres vídeos concretos, en los que se quería utilizar determinados elementos gráficos. Otro recurso utilizado fue la incursión de material previamente impreso, para recordar fórmulas o métodos más complejos e incluso para escribir sobre ellos.

### 3.2. Secuenciación de contenidos

Otro pilar importante en el diseño de la asignatura, fue la liberación secuenciada del material docente. Aunque nuestro objetivo fundamental era que el alumno se sintiera libre de organizar su trabajo adaptándolo a sus necesidades, era importante que también conociera el peso de cada unidad del curso, con una referencia temporal de dicho peso. Finalmente, optamos por dividir todo el curso en tantas unidades como semanas de trabajo, hasta un total de quince, con independencia de posibles fiestas (excepto las dos semanas de Navidad, a las que no se les asignó ninguna unidad y que por lo tanto quedan fuera de las quince semanas mencionadas). Cada semana, tenía asignados unos contenidos teóricos claramente definidos y delimitados por una lección de la guía docente. Además, cada semana tenía asignada una relación de ejercicios, que cubrían los contenidos correspondientes a la unidad.

<sup>3</sup>Ver por ejemplo, la introducción de Keith Devlin en su curso de *Introducción al pensamiento matemático*, <https://www.coursera.org/course/maththink>

El viernes o sábado de cada semana, se enviaba un correo a través de la plataforma Moodle de la asignatura, en el que se anunciaba la publicación del material docente (vídeos, lección en pdf, relación de ejercicios), se describía brevemente los contenidos de la unidad y se daba la relación de los resultados de aprendizaje asociados; también se incluían recomendaciones sobre contenidos previos que los alumnos deberían repasar para superar con éxito los contenidos de la unidad.

### 3.3. Trabajo en el aula

El trabajo en el aula es el tercer elemento fundamental de la metodología adoptada. El objetivo en esta fase es que los alumnos trabajen de forma autónoma, o en grupos de trabajo, sobre las relaciones de ejercicios que completan las distintas unidades. Los estudiantes pueden contar en cualquier momento con la asistencia del profesor para ayudarles sobre cualquier aspecto de su trabajo, ya sea para la comprensión de los contenidos teóricos o para su aplicación a los ejercicios planteados.

Es importante que los alumnos se sientan libres de trabajar sobre cualquier parte del programa, aunque naturalmente se les aconseja que lleven el ritmo marcado por las actividades semanales. Independientemente del ritmo de trabajo de cada uno, los estudiantes pueden asistir al aula y desarrollar sus actividades. En una misma clase, puede haber un grupo trabajando en una unidad y otro en otra, o dentro de la misma unidad en un ejercicio o en otro.

El profesor también puede adoptar distintas actitudes durante las clases. Puede limitarse a asistir a los grupos de alumnos cuando estos se lo requieran. Puede hacer breves exposiciones para llamar la atención sobre aspectos relevantes del contenido, consejos generales, alertas sobre errores frecuentes... En otros momentos puede iniciar él mismo la relación con alumnos o grupos de alumnos para reforzar su confianza y valorar la evolución de cada estudiante.

### 3.4. Evaluación

Como ya hemos dicho, la evaluación no era un elemento diferenciador en la metodología, y de hecho, en todos los grupos se siguió el mismo sistema. La asignatura se divide en cuatro bloques, a los que se les asocia un tiempo de dedicación similar, y al finalizar cada bloque, se realizaba un examen sobre el mismo. Esos exámenes permitían que el alumno pudiera aprobar la asignatura si la media ponderada superaba el 5 (el peso del primer bloque era la mitad porque gran parte del contenido es de repaso o de carácter instrumental). Los alumnos que no superen la asignatura de esta forma, o quieran mejorar su calificación, pueden acceder al examen final; en este caso, a la nota del examen se

le suma la cuarta parte de la nota media de las pruebas parciales.

## 4. Resultados

Para evaluar la experiencia, vamos a analizar los resultados académicos del grupo en el que se ha realizado (en adelante, grupo Inv), y lo vamos a comparar con otros dos grupos. El primero de ellos es el grupo del mismo profesor pero en el curso anterior (en adelante grupo Trad1). Este grupo tiene características similares, ya que incluye alumnos de las mismas titulaciones, pero en aquel curso se siguió una metodología tradicional, basada en clases magistrales.

Al terminar el estudio, no se disponía de los resultados de todos los grupos de este curso, así que solo podemos mostrar los de uno de ellos (en adelante Trad2). En cualquier caso, este grupo es significativo por el número de alumnos que incluye, porque el perfil de alumnos es similar al del grupo en el que se realizó la experiencia y porque el profesor siguió una metodología tradicional basada en clases que combinaban exposiciones y resolución de ejercicios.

En la Tabla 1, aparecen los datos correspondientes a los tres grupos mencionados. La primera columna (Alum.) muestra el número de alumnos de cada grupo. La columna "Pres." contiene el número de alumnos de cada grupo que siguió la asignatura y se evaluó. La columna "Apr." contiene el número de alumnos que superó la asignatura. En las siguientes columnas se recogen algunas tasas asociadas. La columna "Segui." recoge la tasa que podemos llamar de seguimiento, es decir, la proporción de alumnos que sigue la asignatura hasta el final y se evalúa, respecto del total de alumnos del grupo; esta tasa nos parece especialmente interesante, puesto que el objetivo fundamental era aumentar el número de alumnos que no abandonan prematuramente la asignatura. La columnas "Rend." y "Éxito" recogen la tasas de rendimiento y éxito respectivamente.

En la Tabla 2, aparecen los mismos datos pero centrándonos en los alumnos de nuevo ingreso. Es conveniente su análisis, puesto que uno de los objetivos era romper la inercia de abandono que estos alumnos tienen al enfrentarse por primera vez al sistema universitario.

No consideramos que la experiencia que presentamos en este trabajo esté concluida. Son muchos los aspectos que hay que revisar y sobre los que hay que tomar decisiones. Uno de ellos es, precisamente, cuál debe ser la forma de evaluar la propia experiencia. Las tablas de resultados que hemos recogido en esta sección pueden resultar de mucha ayuda, pero no sirven para hacer una valoración completa de todo el sistema.

Naturalmente, la realización de encuestas debe ser otra herramienta decisiva para la evaluación, pero ni

	Alum.	Pres.	Apr.	Segui.	Rend.	Éxito
Inv	73	28	6	38.36	8.22	21.43
Trad1	44	8	1	18.18	2.72	12.50
Trad2	104	29	6	27.88	5.77	20.69

Tabla 1: Resultados de los tres grupos comparados en el estudio.

	Alum.	Pres.	Apr.	Segui.	Rend.	Éxito
Inv	55	18	4	32.73	7.27	22.22
Trad1	40	8	1	20.00	2.50	12.50
Trad2	89	23	1	25.84	1.12	4.35

Tabla 2: Resultados de los alumnos de nuevo ingreso en los tres grupos.

al principio del cuatrimestre ni al final, teníamos claro cuáles debían ser la preguntas. Sabemos que en muchos casos, la elección de las mismas, o su redacción, condicionan en exceso el resultado. Por esta razón, en este primer curso hemos optado por pedir a los alumnos su opinión de una manera completamente libre. Queríamos que fueran ellos los que eligieran unos elementos sobre otros, sin nuestra presunción sobre cuál o cuáles deberían destacar. De momento, solo once alumnos han manifestado su opinión, aunque todavía mantenemos abierto el foro de comunicación y seguiremos insistiendo en la conveniencia de que expresen su opinión. Recogemos a continuación el aspecto que se han destacado en sus intervenciones.

- Dos opiniones han manifestado su desacuerdo con la metodología, describiendo las clases como autodidácticas. Una de ellas no consideraba los vídeos como un sustituto adecuado de las clases magistrales.
- Respecto de la disponibilidad de vídeos, el resto de los alumnos lo ha destacado y lo ha valorado positivamente. En este sentido, también hay que señalar que, aunque los vídeos solo se ofertaron “oficialmente” al grupo de la experiencia, alumnos de otros grupos mostraron interés por ese recurso y encontraron la forma de acceder a ellos.
- Aunque llevó tiempo decidir el tipo de vídeo que se iba a usar, no ha sido un elemento que los alumnos hayan destacado especialmente. Solo un alumno manifestó su preferencia por el tipo de vídeo principalmente utilizado, la grabación cenital de la escritura manual del profesor.
- Un alumno de segunda matrícula, consideraba que la metodología era buena para los alumnos repetidores, pero que veía “muy perdidos” a los compañeros nuevos. Ni el resto de las opiniones (mayoritariamente de alumnos nuevos) ni los re-

sultados recogidos anteriormente, parecen apoyar esta opinión.

- Cuatro de los alumnos han querido destacar la calidad de las explicaciones del profesor, tanto en los vídeos como en clases.
- La opinión en la que más alumnos han coincidido es sobre la necesidad de incluir algunas clases magistrales. Sin embargo, no consideran que sea necesario explicar en ellas los contenidos desde cero, pero sí de hacer presencialmente resúmenes, esquemas y corrección general de algunos ejercicios. Sí se han hecho este tipo de clases a lo largo del cuatrimestre, por lo que parece que los alumnos querían que se hicieran con más frecuencia.

## 5. Discusión

A raíz de las evidencias expuestas en la sección anterior, la conclusión que podemos sacar de la experiencia es que ha sido muy positiva. También una valoración subjetiva del desarrollo del curso nos lleva a esa misma conclusión. Si miramos la evolución del número de alumnos en el aula a lo largo de cuatrimestre, nos encontramos que al primer mes, coincidiendo con la finalización del primer bloque, solo asistían al aula unos 25 alumnos del total de 73. Este número se redujo a 10 en la segunda mitad del cuatrimestre y se mantuvo en la horquilla del 10 a 15 hasta el final. Sin embargo, los alumnos que asistían a los exámenes parciales siempre estuvo en torno a 25. Esto nos indica que muchos alumnos preferían estudiar en su casa sin la supervisión del profesor, ya que disponían de todos los recursos online. Esto también está apoyado por el hecho de que, en los otros grupos de la asignatura, el número de alumnos que asistía regularmente a clase y que se presentaba a los exámenes era muy similar. Tampoco había grandes diferencias entre la proporciones de alumnos presenta-

dos en los diferentes grupos.

Los datos de seguimiento mostrados anteriormente pueden parecer muy malos, pero hay que tener en cuenta que el grupo en el que se ha realizado la experiencia corresponde a los alumnos con menor nota de acceso a la universidad. Ese mismo grupo, en el curso anterior, rebajó el nivel de asistencia a menos de cuatro alumnos en el último mes, con un nivel de seguimiento del 18.18 %, frente al 38.36 % del curso actual. Este dato es el que nos hace ser más optimistas con la metodología adoptada, ya que el grupo también ha superado en más de diez puntos el nivel de seguimiento del otro grupo con el que hemos hecho la comparativa.

En cuanto a los resultados académicos, los números también son esperanzadores. Se han mejorado sustancialmente las tasas de rendimiento y éxito del grupo con respecto a las del curso pasado. Aunque pudiera parecer que el número de alumnos con más de una matrícula puede falsear estos datos, vemos que incluso en el colectivo de alumnos de nuevo ingreso, estas tasas son similares o incluso mejores. Respecto del otro grupo del mismo curso, no se observa una mejora significativa en la tasa de éxito, pero sí en la de rendimiento, lo que significa que efectivamente hemos conseguido aumentar el número de alumnos que se mantiene activo en la asignatura frente al de los grupos tradicionales.

Un factor no menos importante es el grado de satisfacción del profesor en el aula, que también se transmite a la actitud del alumno. La metodología de enseñanza inversa le permite al profesor conocer mucho mejor a sus alumnos y valorar de una forma más individualiza sus necesidades y progresos. Este acercamiento hace que los alumnos se sientan más cómodos hablando con él y transmitiéndole sus dudas y opiniones; creemos que este ambiente ha influido muy positivamente en el desarrollo del curso.

Es curioso que una de las opiniones más comunes de entre las expresadas por los estudiantes coincida a su vez con una de las conclusiones del profesor. Es necesario incluir más clases expositivas, con una cierta regularidad. Este tipo de clases sirve para orientar mejor las actividades del grupo, actúan como catalizador del trabajo del estudiante y permiten abordar un tipo de contenido que es más difícil recoger en vídeos o en documentos escritos. En este sentido, para el curso siguiente se van a diseñar clases magistrales de una duración reducida y que no se centren principalmente en contenidos teóricos o en la mera resolución de ejercicios. En particular, pensamos que es conveniente abordar cuestiones como: repaso de contenidos previos, realización de resúmenes y esquemas de cada unidad, técnicas de estudio específicas para la asignatura, estrategias para la resolución de ejercicios,...

Un tema que no hemos necesitado analizar al finalizar el curso, ha sido la viabilidad de esta metodología

en grupos grandes. Ese es un factor muy importante al implementar metodologías que impliquen una gran actividad en el aula en asignaturas de primera año. En el mismo grupo del curso anterior, solo había 44 alumnos, un tamaño adecuado para lanzar la experiencia sin que afectara a su desarrollo. Al empezar este curso nos encontramos con 73 alumnos, lo que era una cantidad excesiva si se conseguía un éxito de participación de forma prolongada. De hecho, durante las primeras semanas de clase había mucha actividad y resultaba difícil atender a todos los grupos de trabajo o a los alumnos que trabajaban individualmente. Creemos que, aun así, esta metodología es viable en grupos grandes de 60 o 70 alumnos, pero en ese caso habría que promover la formación de grupos de trabajo. En este curso, no ha sido necesario actuar en este sentido, ya que antes del primer mes, el grupo de alumnos que asistían regularmente se había reducido a menos de la mitad, lo que unido a la formación de grupos de trabajo de forma espontánea, facilitó la dinámica de clase.

## 6. Conclusiones

En este trabajo, hemos presentado una experiencia de organización docente basada en *enseñanza inversa* para una asignatura de matemáticas en los grados de ingeniería informática. El objetivo fundamental de la experiencia era que los alumnos alargaran su periodo de seguimiento de la asignatura y reducir así el número de ellos que la abandona prematuramente.

La enseñanza inversa parece ser un paradigma adecuado a este propósito por la flexibilidad que aporta en la organización del trabajo personal del estudiante. Esta apreciación inicial parece ser corroborada por los resultados recogidos en el presente trabajo.

Uno de los problemas que puede suponer implantar una metodología tan disruptiva, es que se provoque un rechazo por parte de los estudiantes. Hay que tener en cuenta que la mayoría de ellos se han acostumbrado, a lo largo de los años, a unas metodologías tradicionales, en las cuales el ritmo de trabajo y la preparación descansan fundamentalmente en el trabajo del profesor en el aula. Por los comentarios recogidos en la sección anterior, hemos observado que este problema no se ha manifestado muy abiertamente, y la mayoría de los estudiantes ha recibido la propuesta con agrado.

En el artículo se han analizado los aspectos que se han debido estudiar para implementar completamente la propuesta, como el tipo de vídeos de soporte que se debían realizar y la forma en la que se iba a orientar y dirigir el trabajo del alumno sin romper la flexibilidad inherente al método.

Sin duda, la parte más beneficiosa de este primer año de implantación, ha sido la cantidad de información que se ha podido recoger de los estudiantes, fruto del

trabajo más individualizado que se ha podido hacer. En este sentido, para el próximo curso se van a incluir en la programación clases expositivas que refuercen, no tanto el contenido formal de la asignatura, sino la organización del trabajo del alumno en cuanto a técnicas de estudio específicas para la asignatura.

## Referencias

- [1] Julie Foertsch, Gregory Moses, John Strikwerda, and Mike Litzkow. Reversing the lecture/homework paradigm using eTEACH web-based streaming video software. *Journal of Engineering Education*, 91(3):267–274, 2002.
- [2] Michael J. Herold, Thomas D. Lynch, Rajiv Ramnath, and Jayashree Ramanathan. Student and instructor experiences in the inverted classroom. *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 0:1–6, 2012.
- [3] Maureen J. Lage, Glenn J. Platt, and Michael Treglia. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1):pp. 30–43, 2000.
- [4] Evan C. Lemley, Baha Jassemnejad, Eric Judd, Brock P. Ring, and Andrew W. Henderson. Implementing a flipped classroom in thermodynamics, 2013.
- [5] E. Letón, M. Luque, E.M. Molanes-López, and T. García-Saiz. ¿Cómo diseñar un MOOC basado en mini-vídeos docentes modulares? In *Actas del XVIII Congreso Internacional de Tecnologías para la Educación y el Conocimiento*, 2013.
- [6] Gregory S. Mason, Teodora Rutar Shuman, and Kathleen E. Cook. Comparing the effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom in an upper-division engineering course. *IEEE Trans. Education*, 56(4):430–435, 2013.
- [7] Christopher Papadopoulos, Aidsa Santiago-Román, and Genock Portela. Work in progress – developing and implementing an inverted classroom for engineering statics. *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 0:F3F1–F3F4, 2010.
- [8] Sarah Zappe, John Messner, Thomas Litzinger, Hyeon Woo Lee, and Robert Leicht. “Flipping” the classroom to explore active learning in a large