

## Una experiencia de aprendizaje cooperativo en una asignatura de matemáticas en el marco del EEES

### 1. Introducción

La asignatura de Fundamentos Matemáticos II se inscribe dentro del del Plan Piloto de Adaptación de las Titulaciones al EEES de la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, en la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels (EPSC), de la Universitat Politècnica de Catalunya. En este contexto, desde el curso 2004-2005 se han realizado cambios en la metodología docente basados en la implantación de técnicas de aprendizaje cooperativo, concretamente el método Jigsaw (rompecabezas). Esta técnica fue introducida por Aronson, Blaney, Stephan, Sikes y Snapp en 1978, [1]. Posteriormente otros autores han introducido variaciones, y ha sido propuesto en las principales referencias sobre técnicas de aprendizaje cooperativo en el entorno universitario [2,3,4,5]. Esta técnica nos ha permitido introducir las ventajas del trabajo cooperativo en una asignatura de carácter conceptual y en un primer curso universitario.

En primer lugar se exponen los antecedentes en la metodología de impartición de la asignatura (sección 2) y el proceso de elección de la metodología Jigsaw y diseño de su implantación (sección 3). A continuación se describe la metodología implementada (sección 4) y la planificación subyacente de la misma (sección 5). Finalmente, se realiza una valoración de la metodología (sección 6) y una valoración de los resultados obtenidos (sección 7).

### 2. Antecedentes

La metodología de la asignatura se basaba anteriormente en clases expositivas en las que se intercalaba la resolución de problemas por parte de los estudiantes de forma individual o en grupos espontáneos. El tamaño reducido de los grupos de clase (40 alumnos en clase de teoría y 20 alumnos en clase de problemas) ha sido una característica propia de la Escuela desde su creación en 1991, lo cual ha favorecido el aprendizaje activo de los estudiantes y la introducción de metodologías alternativas a la clase expositiva.

### 3. Elección de la metodología y diseño de su implantación

Después de asistir a un taller sobre aprendizaje cooperativo (impartido por el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de Catalunya) y conocer otras experiencias de introducción del aprendizaje cooperativo en otras asignaturas de la Escuela, el profesorado de la asignatura, del Departamento de Matemática Aplicada IV, decidimos implantar estas técnicas, concretamente el método de Jigsaw. El motivo de esta elección fue, en una primera intuición, por la exigibilidad individual (el trabajo encargado a cada miembro del grupo está claramente especificado y controlado) que comporta. Hay que tener en cuenta que en un primer curso universitario, el nivel de formación de los alumnos es más heterogéneo que en cursos superiores, lo cual provoca fundadas reticencias en el profesorado en la idoneidad de valorar un trabajo realizado en grupo sin garantías suficientes del trabajo realizado por cada miembro del grupo.

Un aspecto que consideramos esencial fue la implantación de la metodología de forma coordinada entre todo el profesorado y eso exigía hacerlo en todos los grupos de la

asignatura. Hay que tener en cuenta que el alumno tiende a sentirse comparativamente agraviado si en otro grupo se aplican otros criterios u otras metodologías. Por ello decidimos que evitaríamos recelos si lo aplicáramos en todos los grupos de forma unificada aunque tuviéramos, así, más trabajo de coordinación. (Y aunque sólo sea para dar ejemplo: si ellos tienen que trabajar en grupo, demostremos que los profesores también somos capaces de hacerlo.)

Decidimos desarrollar material de trabajo teórico para poder realizar 8 sesiones de Jigsaw en un curso de 14 semanas y casi no modificar los criterios de evaluación para poder comparar los resultados en el rendimiento de la asignatura. Durante el primer cuatrimestre del curso 2004-05 los profesores de la asignatura (José Luis Andrés Yebra, Rosa María Ros, Marta Serra y Margarida Espona) nos reunimos con frecuencia semanal con el fin de planificar detalladamente la asignatura, los materiales docentes, el plan de trabajo del estudiante y los mecanismos de evaluación de los estudiantes.

#### 4. Descripción de la metodología

##### 4.1 Formación de grupos formales y de expertos

Al principio del curso se organizan los estudiantes en grupos de tres (grupos formales) y se asigna un rol a cada uno de los miembros (1, 2, 3). En la primera clase rellenan un pequeño cuestionario donde ellos pueden escoger a los compañeros de grupo y el profesor organiza los grupos del resto de estudiantes con criterios de heterogeneidad académica (por ejemplo, mezclar a alumnos que provienen de ciclos formativos de grado superior con alumnos que provienen de bachillerato). Algunos grupos pueden ser de cuatro estudiantes. Después de la primera clase se publica la lista de grupos formales (F<sub>i</sub>) i también la lista de grupos de expertos (E<sub>i</sub>), estos últimos formados por 3 (o 4) alumnos que tienen el mismo rol en su grupo formal. En principio los grupos se mantienen durante todo el curso, normalmente si uno de los tres estudiantes abandona, los dos restantes prefieren continuar ellos dos, aunque les suponga una mayor carga de trabajo, que la incorporación de otro alumno a su grupo. Si abandonan dos miembros se recoloca al estudiante restante.

##### 4.2 Preparación y desarrollo de una sesión de Jigsaw

Para preparar una sesión de Jigsaw, cada estudiante extrae del Campus Digital el material completo correspondiente a la sesión (documento .pdf), que está estructurado en tres partes (rol 1, rol 2, rol 3) y prepara de forma individual la parte correspondiente a su rol (en el tiempo de trabajo personal).

La clase siguiente se desarrolla en tres etapas. En primer lugar, se organizan los estudiantes en grupos de expertos (constituidos por estudiantes de diversos grupos formales que han preparado el mismo rol), con el fin de que contrasten sus dudas, preparen la mejor estrategia para enfocar su explicación a un compañero que no lo ha trabajado y, si es necesario, consulten con el profesor.

En segundo lugar, se reúnen los grupos formales para que cada estudiante explique sucesivamente su parte al resto de miembros del grupo.

Finalmente, cada grupo aplica los conocimientos trabajados en la sesión a la resolución de ejercicios y entrega un ejemplar al final de la clase. Solemos aconsejar a los alumnos que intenten la resolución de los ejercicios que corresponden a la aplicación de las partes correspondientes a los roles de sus compañeros. Así comprueban que han entendido sus explicaciones. Sin embargo, algunos grupos prefieren realizar los tres ejercicios entre los tres alumnos.

#### 4.3 Asignación rotativa de roles

Tanto en el trabajo en grupos de expertos como en grupos formales es importante la asignación de un rol (actividad) determinado a cada miembro. Una posibilidad es la siguiente: un miembro del grupo explica a los otros, otro miembro controla que se entiende la explicación y que no se deja ningún aspecto y el otro miembro controla el tiempo. De esta forma se coresponsabilizan de aspectos importantes para la efectividad del trabajo. Estos roles se van asignando rotativamente durante la reunión de los grupos formales.

#### 4.4 Asignación temporal

Para cada tarea, el profesor asigna un tiempo determinado e intenta evitar tiempos de espera en los grupos que avanzan más rápidamente. Normalmente las primeras sesiones son más lentas, sobre todo el tiempo requerido por los alumnos para la reunión de grupos de expertos suele reducirse a medida que avanza el curso. Como media solemos proponer unos 10 minutos para la reunión de expertos y 30 minutos para la reunión de grupos formales (10 minutos de explicación para cada rol). En una clase de una hora y media da tiempo para acabar las tres partes con tranquilidad.

Un aspecto importante a tener en cuenta es el hecho de dimensionar la dificultad de los ejercicios de la parte última de la clase y el tiempo disponible. Si está planificado correctamente y gran parte de los grupos consiguen entregar la resolución sin problemas al finalizar la clase, los grupos que no lo consiguen se dan cuenta de ello y pueden reflexionar sobre las posibles causas (no han aprovechado bien el tiempo, etc.). Por otro lado, para los grupos que consiguen acabarlos, el hecho de conseguir un resultado inmediato del trabajo realizado (entrega de ejercicios resueltos) les da confianza y satisfacción.

### 5. Planificación de la asignatura

#### 5.1 Elección de temas adecuados y preparación de materiales

Para elegir los temas en que es adecuada la aplicación de esta metodología hay que tener en cuenta fundamentalmente que la materia tratada se pueda dividir en tres partes cuyo contenido sea independiente. Puede ser muy útil en temas que incluyen clasificaciones (uno prepara el tipo 1, otro el tipo 2 y otro el tipo 3). En el caso de nuestra asignatura lo hemos aplicado a distintos tipos de ecuaciones diferenciales. También lo hemos aplicado al estudio de distintas propiedades (por ejemplo, cada alumno prepara dos propiedades de la Transformada de Laplace y ejemplos de aplicación) o distintos métodos de resolución de un problema. En otras ocasiones nos ha sido útil para el repaso de conceptos previos que queremos asegurar antes de

introducir un tema nuevo. En este caso, la sesión es más rápida y suprimimos la parte de realización de ejercicios. En alguna ocasión el trabajo previo consiste en realizar algún ejemplo gráfico con programas informáticos. En este caso es muy útil disponer de ordenadores portátiles en clase (uno para cada grupo) para poder exponerlo a los compañeros.

A continuación se incluye la relación de los ocho temas que se han elegido en la asignatura de Fundamentos Matemáticos II. Para todos ellos, excepto en el puzzle 5, se proponen a continuación tres ejercicios de aplicación inmediata de los conceptos tratados.

Puzzle 1. Tema: Transformada de Laplace: propiedades

Rol 1. Propiedades de integración, multiplicación por  $t$  y división por  $t$ .

Rol 2. Propiedades de multiplicación por  $e^{at}$  y traslación.

Rol 3. Propiedades de cambio de escala, transformada de funciones periódicas y propiedad del valor final.

Puzzle 2. Tema: Transformada de Laplace: antitransformada de funciones racionales  $P(s)/Q(s)$ , caso  $Q(s)$  con raíces complejas simples.

Rol 1. Método 1: descomposición en  $C$ , resultado en  $\sin$ ,  $\cos$

Rol 2. Método 2: descomposición en  $C$ , resultado en  $2re^{at}\cos(bt+\phi)$

Rol 3. Método 3: descomposición en  $R$

Puzzle 3. Tema: Transformada de Laplace: aplicaciones de la función de Heaviside

Rol 1. Ejemplo de transformación de funciones definidas a trozos.

Rol 2. Ejemplo de transformación inversa de funciones  $e^{-as}F(s)$

Rol 3. Ejemplo de aplicación a la resolución de un problema de valor inicial.

Puzzle 4. Tema: Series numéricas: criterios de convergencia

Rol 1. Criterios de comparación

Rol 2. Criterios del cociente y de la integral

Rol 3. Criterios de convergencia de series alternadas

Puzzle 5. Tema: Series de Fourier: conceptos previos

Rol 1. Funciones periódicas, integrales entre  $[-\pi, \pi]$  de  $\sin mt$ ,  $\cos mt$ ,  $\sin mt \cos nt$ .

Rol 2. Funciones pares e impares, integrales en un intervalo centrado en el origen

Rol 3. Visualización en MAPLE de la suma de  $n$  términos de la serie de Fourier de una onda cuadrada.

Puzzle 6. Tema: Transformada de Fourier: propiedades

Rol 1. Propiedades de linealidad, derivación y traslación

Rol 2. Propiedades de modulación y cambio de escala

Rol 3. Propiedades de conjugación y dualidad

Puzzle 7. Tema: Transformada de Fourier

Rol 1. Propiedades para el caso  $f(t)$  real

Rol 2. Transformada seno y transformada coseno

### Rol 3. Relación de Parseval

Puzzle 8. Tema: Ecuaciones diferenciales: primer orden y trayectorias ortogonales

Rol 1. Ecuaciones diferenciales homogéneas

Rol 2. Ecuaciones diferenciales exactas

Rol 3. Trayectorias ortogonales

Los materiales que deben preparar los alumnos para una sesión de Jigsaw se publican en la intranet docente (Campus Digital, en la actualidad basado en la plataforma Moodle) en ficheros independientes (.pdf) para cada sesión. El alumno debe estar avisado con antelación de la importancia de disponer en clase del material completo de la sesión, puesto que serán sus “apuntes” de la parte correspondiente de la asignatura. Para la elaboración de estos materiales hemos de tener en cuenta que tengan el nivel adecuado; el tipo de lenguaje debe ayudar al alumno a poder explicarlo después, por ello es útil utilizar expresiones que solemos utilizar en la pizarra (pero no se encuentran en un libro de texto) y detallar los procedimientos. Por supuesto, siempre es útil incluir un buen ejemplo ilustrativo.

### 5.2 Planificación temporal de las actividades

Tal como hemos comentado, antes de implantar esta metodología el grupo de profesores elaboramos una planificación detallada de las actividades en el aula. El objetivo principal era la organización coherente de las sesiones, por ejemplo tener previsto que para poder encargarse de la preparación del material de una sesión de puzzle, es necesario haber introducido previamente en clase los conocimientos necesarios. Por supuesto, también nos asegurábamos la distribución temporal adecuada para la impartición de todo el programa. Esta programación teórica nos ha resultado útil en caso de necesitar su adaptación en caso de pérdida de clases, para sustituciones esporádicas y, por supuesto, para orientar al profesor que es nuevo en la impartición de la asignatura.

A continuación se muestran ejemplos de una planificación detallada de dos clases.  
Semana 3-Clase 1

<b>Tipo de actividad</b>	<b>Contenido</b>	<b>Material de soporte</b>	<b>Tiempo</b>
Explicación expositiva	Transformada inversa de funciones racionales		45'
Grupos informales (o formales)	Resolución de los ejemplos 1 y 2	Lista de problemas	25'
Encargo de trabajo para la próxima sesión	Descripción de los objetivos del material (puzzle)	Material TL 1	5'

### Semana 3-Clase 2

<b>Tipo de actividad</b>	<b>Contenido</b>	<b>Material de soporte</b>	<b>Tiempo</b>
Grupos de expertos	Explicación y resolución de dudas	Material TL 1	10'
Grupos formales	Puesta en común	Material TL 1	30'
Resolución y entrega de ejercicios	Ejercicios 1, 5, 8	Lista de problemas	30'

#### 5.3 Planificación del trabajo del alumno.

En el contexto de los créditos ECTS es esencial contabilizar la carga total de trabajo del estudiante. En este sentido, hemos planificado las actividades que debe realizar el estudiante fuera de clase a razón de 1 hora de trabajo por 1 hora de clase. En nuestra asignatura serían 4 horas de clase semanales + 4 horas de trabajo personal, lo cual en 15 semanas serían 1200 horas totales (4,8 créditos ECTS).

El hecho de facilitar esta programación al estudiante le orienta sobre qué se espera de él en la asignatura. Hay que tener en cuenta que las clases más activas pueden inducir al alumno a pensar erróneamente que todo el trabajo de la asignatura se realiza en el aula. También es importante advertir al alumno de la necesidad de planificar adecuadamente su tiempo de estudio personal y las ventajas del estudio regular. En este sentido influye positivamente el tipo de evaluación (continuada) de la asignatura, que comentaremos en la sección 5.4.

A continuación se muestra un ejemplo de la distribución del trabajo personal correspondiente a una hora de clase:

<b>Tipo de actividad</b>	<b>Contenido</b>	<b>Material de soporte</b>	<b>Tiempo</b>
Individual	Revisión Capítulo 2	Apuntes (publicación)	10'
Individual o en grupo	Resolución de ejercicios 3-9	Lista de problemas	30'
Individual	Preparación material puzzle	Material TL1	20'

La publicación de este tipo de planificación a los alumnos tiene el inconveniente que no siempre se corresponde con el desarrollo real de la asignatura (debido a cambios en el calendario, etc.). En este sentido, la planificación teórica tiene una función de carácter

orientativo y el profesor informa a los estudiantes en clase con detalle del trabajo personal esperado.

#### 5.4 Evaluación de la asignatura

Con el cambio de metodología de la asignatura también se han introducido cambios en la evaluación de los alumnos, con el fin de incorporar una valoración del trabajo en grupo. Anteriormente, la evaluación comprendía los siguientes apartados:

Exámenes: 40% (dos de un 20%, uno a mitad del cuatrimestre y uno al final)

Controles: 45%

Práctica: 5%

Valoración subjetiva: 10%

Los cambios introducidos afectan al apartado de controles. El total del 45% se ha desglosado en tres controles individuales (27%), un control de grupo (9%) y la valoración de los entregables en grupo (9%).

Respecto al control de grupo hemos implementado dos modalidades. La primera consiste en elegir por sorteo, justo antes de empezar el control, dos de los tres roles y realizar un control de forma individual a los dos estudiantes de dichos roles. La media de las dos calificaciones la reciben los tres miembros del grupo. El objetivo de esta prueba está en la motivación de la preparación de la misma en grupo (puesto que todos están interesados en el éxito de los otros miembros del grupo), la hacemos a final de curso, cuando los miembros del grupo se conocen suficientemente y como colofón del trabajo en equipo (“Ahora que ya nos conocemos vamos a preparar un control juntos”). El hecho de elegir a dos miembros se hace por razones de equilibrio: escoger sólo uno de los miembros parece una opción que puede generar ansiedad en todos (demasiada responsabilidad para el examinado) y si realizaran la prueba los tres miembros podría ser demasiado fácil para un alumno mediocre eludir su responsabilidad.

Otra modalidad que hemos implementado consiste en dividir el control en dos partes: en la primera resuelven de forma individual los ejercicios 1 y 2. En la segunda resuelven en grupo los ejercicios 2 y 3 y entregan un sólo ejemplar por grupo. La nota de cada alumno es la media entre la parte individual y la parte de grupo. Esta opción ha sido muy bien valorada por los alumnos porque perciben una posibilidad de mejorar la evaluación de su trabajo individual.

### 6. Valoración de la metodología

#### 6.1 Aspectos positivos

Los aspectos positivos más destacables de este método son diversos. Por supuesto, incluye los cinco ingredientes del aprendizaje cooperativo, [3]. Destacan, sin embargo, dos de ellos. En primer lugar, presenta una **exigibilidad individual** por el hecho de que las tareas están claramente asignadas a los miembros del grupo (reparto del material). En este sentido, es excepcional el caso de algunos alumnos que no acaban de confiar en sus compañeros, y se preparan las tres partes del material. En este caso, este alumno tiene ya avanzado parte de su trabajo personal posterior. También es evidente que presenta una **interdependencia positiva** por el hecho de que cada

estudiante sabe exactamente qué esperan de él el resto de miembros de su grupo y eso hace que la totalidad de los estudiantes se preparen el material.

Por otro lado, el hecho de que se exija al alumno la preparación previa de material tiene dos aspectos positivos. Por un lado, forma parte de la implementación de un aprendizaje centrado en el alumno, puesto que no es sólo el profesor quien se prepara la clase, sino que el alumno asiste ya con un material preparado anteriormente, lo cual le predispone a una actitud activa en clase. En segundo lugar, el hecho de que esta preparación previa sea individual es también una ventaja importante, puesto que evita incompatibilidades horarias y geográficas entre los miembros del grupo.

Otro aspecto positivo es el efecto “generador de dudas” que aparece en el proceso. El hecho de tener un objetivo inmediato (ya sea tener que explicar su parte o resolver un ejercicio) comporta la necesidad de aclarar conceptos, en primer lugar con los compañeros del grupo y, si es necesario, con el profesor. De este modo, el profesor también da feedback al alumno al valorar el tipo de duda que surge: en algún caso son dudas de conocimientos que deberían tener ya adquiridos previamente, con lo cual el alumno sabe que debe hacer un esfuerzo complementario y en otros las dudas pueden dar pie al profesor a ir más allá de lo que se está tratando o a animar al alumno a relacionar su inquietud con otros conceptos que ya tiene. En cualquier caso, el profesor se convierte en alguien mucho más cercano y útil.

También hay que valorar las ventajas de introducir actividades variadas dentro del aula. Hay que tener en cuenta que no se elimina el esfuerzo que representa atender provechosamente a una clase expositiva (por supuesto una capacidad necesaria para todo estudiante), puesto que gran parte de las clases lo son. Lo que se consigue es introducir otros “tipos de esfuerzo” (preparación autónoma de materiales, etc.) que desarrollan competencias adicionales a la adquisición de conocimientos. Esta diversidad de actividades provoca que los alumnos estén más receptivos en una clase expositiva posterior a una sesión de Jigsaw (“Qué bien, ahora explica el profesor!”). Finalmente, el buen ambiente de trabajo en clase es agradable y motivador.

## 6.2 Aspectos negativos

Los inconvenientes que hemos detectado en esta metodología son los siguientes. En primer lugar, requiere un alto grado de planificación temporal de la asignatura. Obviamente, si tenemos que realizar una sesión de Jigsaw en la clase siguiente, tenemos que haber dado los conocimientos necesarios para que puedan preparar el material. Por ejemplo, si tienen que preparar la propiedad de integración de la Transformada de Laplace, anteriormente deben haber recibido la explicación expositiva de la definición de la transformada de Laplace y la propiedad de derivación. Por ello es necesario que en la sesión anterior a una sesión de Jigsaw no nos “falte tiempo”, lo cual puede suceder debido a múltiples factores.

Por otro lado, requiere la preparación de materiales adecuados. Sin embargo, este trabajo previo afecta básicamente a la primera vez que se implementa. También hay que tener en cuenta que es menor si el profesorado tiene un alto grado de conocimiento de la asignatura y experiencia en su impartición. Además gran parte de asignaturas



tradicionales ya tienen apuntes teóricos publicados, con lo cual estos materiales pueden ser un buen punto de partida.

Finalmente, por la propia naturaleza de la técnica del Jigsaw, este método no sirve para temas fáciles de contenidos secuenciales. Por ejemplo, en nuestra asignatura el capítulo dedicado a las ecuaciones diferenciales lineales de orden  $n$  con coeficientes constantes, presenta una clasificación en tres tipos. Sin embargo, el tipo 2 es una variación del tipo 1, y el tipo 3 una variación de los tipos 1 y 2, con lo cual no puede estructurarse en tres partes independientes.

### 6.3 Dificultades

Las dificultades que nos hemos encontrado en la implantación de esta técnica no han coincidido con las que nos pensábamos encontrar. Las preguntas que nos hacíamos ( y que me suelen hacer los profesores que no usan este método) y el resultado de acuerdo a nuestra experiencia se expone a continuación:

*-¿Podremos impartir todo el programa? ¿ Se ralentiza el ritmo de impartición?*

En primer lugar, teníamos miedo de no poder acabar el programa de la asignatura. Con esta preocupación hicimos toda la planificación detallada de la asignatura. Finalmente, no hemos tenido ningún problema, se imparte absolutamente el mismo programa que antes de la aplicación de la metodología del aprendizaje cooperativo. Hay que tener en cuenta que en las sesiones de Jigsaw, aunque no lo parezca, se avanza bastante material (unas 6 hojas de apuntes de teoría más ejercicios de aplicación). Además, seguimos realizando una gran parte de clases expositivas.

*-¿Los alumnos prepararán el material?*

También temíamos que los estudiantes no prepararan el material, se quejaran de tener que hacerlo en un día determinado, etc. De hecho el primer día que les propuse que prepararan el material por su cuenta, pensaba que me pedirían al día siguiente que lo explicara yo. La realidad es que nunca he tenido ninguna queja de este tipo y todos los estudiantes se lo preparan debido a la interdependencia con el grupo.

*-Los alumnos aprenden bien su parte (rol), pero ¿ y las otras dos?*

De hecho, lo que ocurre es que al entender muy bien su parte, el alumno se ve más capaz de poder entender las otras dos y tiene cierta “curiosidad” en descubrir cuáles eran los contenidos (ocultos) de sus compañeros y compararlos y relacionarlos con lo que él ha preparado. También se compensa el posible “desequilibrio” con la realización de ejercicios en la parte final de la sesión de puzzle.

*-¿Qué pasa si las aulas no están preparadas para el trabajo en grupo?*

Finalmente, el hecho de disponer de aulas con sillas fijas no ha resultado un impedimento, los grupos de tres alumnos se ponen a trabajar fácilmente y ningún estudiante se queja de incomodidad. En este sentido, es más útil el hecho de disponer de una aula amplia, puesto que permite la ubicación más distanciada de los grupos de trabajo.

Por otra parte, sí que hemos experimentado algunas dificultades.

- *Problemas organizativos con los estudiantes que abandonan la asignatura.*

La primera vez que utilizamos el trabajo en grupo, tuvimos la dificultad de gestionar los abandonos de la asignatura. Este problema se ha reducido y suponemos que es debido al hecho de que los estudiantes ya se comentan entre ellos cómo se trabaja en la asignatura y si no tienen expectativas reales de poder seguirla ya no se matriculan. Al principio del curso les pedimos que hagan un ejercicio de responsabilidad con sus compañeros de grupo (igual que tendrán que hacer en un equipo de trabajo en una empresa) y les informen si un día no pueden asistir o si deciden abandonar la asignatura. Después del examen de mitad de cuatrimestre rehacemos los grupos si se detectan abandonos de la asignatura.

*-Problemas en grupos de clase con alta proporción de estudiantes con bajo grado de preparación.*

También hemos tenido dificultades en grupos de clase que tienen una alta proporción de estudiantes con bajo grado de preparación. En este caso, lo que ocurre es que detectamos antes el problema que con el método no cooperativo.

## 7. Valoración de los resultados

### 7.1 Tiempo de dedicación de los estudiantes

Aunque no hemos hecho un seguimiento cuantitativo de la dedicación semanal de los estudiantes, todo nos indica que la dedicación ha sido regular a lo largo del curso. El seguimiento de las clases por parte de los estudiantes (llevaban preparado el material de trabajo que les pedíamos) y los resultados de la evaluación continuada son indicadores. Tampoco hemos recibido quejas ni hemos apreciado un exceso de carga de trabajo en el trabajo personal del estudiante que está cuantificado en 8 horas semanales (incluyendo las horas de clase).

### 7.2 El rendimiento académico

El historial del rendimiento de la asignatura (en porcentaje de aprobados) de los últimos años se muestra en la tabla siguiente. En los cursos 04-05 y 05-06 se ha aplicado la nueva metodología de aprendizaje cooperativo.

Curso	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06
QT	64,10	63,46	59,15	57,14	41,45	43,03 (158 matriculados)	67 (115 matriculados)
QP	56,25	61,72	56,25	62,87	66,5	62 (229 matriculados)	62,8 (164 matriculados)

Aunque es prematuro sacar una conclusión definitiva por la poca duración de esta experiencia, hemos detectado que el rendimiento básicamente se mantiene, con alguna mejora sobre todo por la reducción del número de abandonos. Esta reducción puede estar relacionada con la disminución de la matrícula, puesto que los estudiantes perciben que la metodología de la asignatura les implica un seguimiento real de la misma. Así, pues, los estudiantes que simultanean los estudios con un trabajo a media jornada, tienden a limitar la matrícula a sus posibilidades reales de superar las asignaturas. De acuerdo con la normativa académica de la Universidad, los estudiantes disponen de un máximo de cuatro cuatrimestres para superar el primer curso y se les recomienda que tengan en cuenta su rendimiento cuando se matriculan.

También hay que tener en cuenta que los alumnos pueden tener procedencias muy diversas (bachillerato, ciclos formativos de grado superior, otros estudios universitarios) y los porcentajes de alumnos de cada procedencia varía cada curso. En la EPSC el porcentaje de alumnos que provienen de ciclos formativos está aumentando y el porcentaje de alumnos que provienen de estudios universitarios disminuye. En este contexto, el incremento en el rendimiento debe considerarse aún más positivo.

Tampoco hay diferencia en el número de estudiantes de Sobresaliente, los estudiantes brillantes no se ven perjudicados por la posible diferencia de nivel con los miembros del grupo de trabajo. Un aspecto que suele preocupar a los profesores que no aplican esta metodología es la supuesta disminución de nota de los alumnos brillantes.

### 7.3 La percepción de los estudiantes

Al final de cada cuatrimestre los estudiantes responden una encuesta donde pueden exponer de forma abierta los aspectos positivos y los aspectos negativos de la asignatura de acuerdo con su experiencia personal. De esta forma recibimos una información más cualitativa sobre su experiencia. Por el carácter abierto de las preguntas es difícil hacer una valoración muy precisa de los resultados. Muchos alumnos responden que les gusta el trabajo en grupo, pero están decepcionados con algún compañero del grupo. En global, se puede decir que aproximadamente un 60% de los estudiantes valora positivamente el sistema, un 20% lo valora negativamente y un 20% se muestra indiferente.

Se constata que en los grupos de clase donde han funcionado mejor los grupos de trabajo la percepción de los estudiantes es mejor.

### 7.4 La percepción del profesorado

Al final de cada cuatrimestre el profesorado de la asignatura valoramos los aspectos positivos y negativos más destacados sobre la implantación de la metodología del aprendizaje cooperativo. Los aspectos que destacaron en la valoración posterior al primer cuatrimestre de implantación eran fundamentalmente de tipo comparativo con la metodología anterior. Posteriormente, muchos de ellos ya los tenemos asumidos y nombramos aspectos más concretos (de un grupo de alumnos, de un tema concreto, etc.). A continuación citamos algunas opiniones del profesorado que ha impartido la asignatura en la implantación de la metodología descrita.

#### Aspectos positivos

- Los estudiantes trabajan más.
- Los estudiantes intermedios tienen más posibilidades de aprobar.
- La dedicación de los estudiantes se mantiene hasta el último día de la asignatura.
- Las clases son más agradables.

#### Aspectos negativos

- Para los estudiantes con baja preparación, hay poca correlación entre el tiempo de estudio y el grado de aprendizaje.

- Puede ser complicada la gestión de los grupos cuando hay muchos abandonos.
- La diversidad en la preparación de los estudiantes hace que algunas explicaciones que algunos de ellos hacen a sus compañeros puedan ser muy insatisfactorias.

La valoración del profesorado sobre el nuevo sistema ha ido mejorando. Está claro que el hecho de haber podido experimentarlo en distintos grupos de clase nos ha dado una visión más objetiva de sus ventajas e inconvenientes. Por supuesto, la experiencia de varios años nos ha dado más recursos para evitar o resolver los posibles problemas y también para introducir pequeños cambios cuando es necesario. Y, por supuesto, el trabajo inicial de preparación de materiales, etc. se reduce ahora a pequeños retoques, con lo cual el trabajo adicional es mucho menor que en el curso de implantación. Un aspecto importante es que la carga de trabajo total del profesor no se ha visto incrementada.

## 8. Conclusiones

La aplicación del método Jigsaw de aprendizaje cooperativo de la asignatura de Fundamentos Matemáticos II ha sido satisfactoria. La planificación coordinada de la asignatura entre todo el profesorado ha sido un aspecto clave; aunque siempre hay aspectos que se pueden mejorar, consideramos que su implantación está asumida y estabilizada.

Aunque los estudiantes están cada vez más informados del significado del nuevo contexto europeo y del hecho que en su futuro profesional no podrán prescindir de las competencias de trabajo en equipo, planificación del trabajo, capacidad de expresión, etc. está claro que estos beneficios, para un estudiante de primer curso, se sitúan en un horizonte lejano. Con la aplicación del aprendizaje cooperativo hemos evidenciado la percepción de unas ventajas más inmediatas: unas clases más variadas y agradables, una ayuda más próxima de los compañeros y del profesorado y una motivación real para el esfuerzo en el trabajo personal del estudiante.

## 9. Agradecimientos

Quiero agradecer al profesor Miguel Valero su capacidad de motivar al profesorado para emprender cambios en las actividades dentro del aula.

También quiero hacer constar el esfuerzo y las aportaciones del profesorado que participó en la puesta en marcha de este proyecto (José Luis Andrés Yebra, Rosa Maria Ros, Marta Serra) y del profesorado que se ha incorporado posteriormente (Joan Buldó, Jordi Ferran, Miquel Rius, Joan Vilaltella).

## 10. Bibliografía

- [1]. Aronson, E., Blaney, N., Sikes, J., Stephan, G., & Snapp, M., *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, CA: Sage Publication (1978).
- [2]. R.M. Felder and R. Brent, *Cooperative Learning in Technical Courses: Procedures, Pitfalls, and Payoffs*. ERIC Document Reproduction Service, ED 377038 (1994).

[3]. Johnson, DW., R. T. Johnson, and M.B. Stanne, *Cooperative Learning Methods: A Meta Analysis*, Essays by the cCooperative Learning Learning Center at the University of Minnesota (2000).

[4]. J. Maloof, *Using the Jigsaw Method of Cooperative Learning to Teach from Primary Sources*, *Inventio*, Vol. 7, No 2 (2005).

[5]. B. Oakley, R.M. Felder, R. Brent, and I. Elhajj, *Turning Student Groups into Effective Teams*. *J. Student Centered Learning*, 2(1), 9–34 (2004).