

# La técnica del Puzzle al servicio del aprendizaje de la programación de ordenadores

Joaquim Anguas, Luis Díaz, Isabel Gallego, Carmen Lavado, Angélica Reyes,  
Eva Rodríguez, Kanapathipillai Sanjeevan, Eduard Santamaría, Miguel Valero

Departamento de Arquitectura de Computadores, Escola Politècnica Superior de Castelldefels  
Universitat Politècnica de Catalunya

Av. del Canal Olímpic, s/n. Castelldefels (08860)

{janguas, ldiaz, isabel, carmenl, areyes, evar, sanji, esantama}@ac.upc.edu, miguel.valero@upc.edu

## Resumen

La ponencia describe una experiencia de aprendizaje cooperativo mediante la utilización de la metodología del Puzzle. En concreto se utiliza el Puzzle como herramienta de soporte en unas asignaturas dedicadas a la enseñanza de la programación de ordenadores, y organizadas de acuerdo con la estrategia de aprendizaje basado en proyectos.

## 1. Introducción

El reto fundamental de la adaptación de nuestras asignaturas al sistema de crédito europeo (ECTS) consiste en diseñar programas centrados en el aprendizaje del alumno. Se trata, por tanto, de poner el énfasis, y explicitar con claridad, las tareas que debe realizar el alumno para conseguir los objetivos de aprendizaje.

El reto no es fácil, porque en general los profesores estamos acostumbrados a establecer con detalle lo que debemos hacer nosotros en clase, pero no lo que deben hacer los alumnos fuera de clase (más allá de la típica frase: “Estudiar en casa una hora más por cada hora de clase”).

Las técnicas de aprendizaje cooperativo [3] y aprendizaje basado en proyectos o problemas [4] nos ofrecen unas pautas a seguir para el diseño de programas centrados en el aprendizaje. En ambos casos, los protagonistas de la actividad son los alumnos, organizados en grupos. Las técnicas específicas nos indican qué deben hacer esos grupos dentro y fuera de clase.

En este artículo describimos cómo estamos usando en la actualidad una técnica específica de aprendizaje cooperativo que se denomina Puzzle, y que se usa como un paso más dentro de una actividad más amplia, que utiliza el esquema de

aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la programación de ordenadores.

La ponencia se estructura en las secciones siguientes: En primer lugar se hace una breve reseña histórica de la técnica del Puzzle desde su creación por el profesor Aronson. A continuación se describe cómo se estructura el aprendizaje cooperativo mediante la técnica del Puzzle en nuestras asignaturas. Después se pasa a describir con cierto detalle cada una de las fases de que consta nuestra versión del Puzzle, es decir, las actividades formativas asociadas, su duración, los resultados que generan, etc. Finalmente se hacen algunas valoraciones sobre su implantación y su funcionamiento así como unas conclusiones donde se enumeran también algunos planes de mejora para el futuro.

## 2. La metodología del Puzzle

La técnica del Puzzle la propuso el profesor Elliot Aronson de la Universidad de Austin (Texas) en 1971 [1], por lo tanto tiene ya más de treinta años de existencia. Se trata de una técnica basada en el aprendizaje cooperativo. El profesor Aronson conjuntamente con sus alumnos de últimos cursos ideó la técnica del Puzzle como una forma de reducir la conflictividad social en el aula. Hay que tener en cuenta que hacia esa época las autoridades educativas de la ciudad de Austin decidieron apostar por una escuela sin segregación racial en la que por primera vez convivían en la misma aula los tres grupos étnicos: blancos, afroamericanos e hispanos. La desconfianza entre estos grupos provocó una atmósfera de hostilidad provocada por la existencia de un ambiente muy competitivo en el aula. La idea consistió en propiciar una atmósfera más cooperativa en la que los diferentes grupos pudieran trabajar juntos para alcanzar unos objetivos comunes.

La técnica del Puzzle es una propuesta para estructurar el aprendizaje cooperativo. Para poder hablar de aprendizaje cooperativo no es suficiente poner a trabajar juntos a los alumnos en grupos pequeños. Es necesario que se den las premisas diferenciales que caracterizan al aprendizaje cooperativo como la interdependencia positiva entre los miembros del grupo. Cada parte en la que se divide el Puzzle es esencial para la comprensión del producto final. Como consecuencia de esto cada estudiante es esencial y su contribución al grupo es única y también esencial. Ningún miembro del grupo puede conseguir el objetivo final sin que los otros miembros del grupo también lo consigan.

A continuación se describe la técnica del Puzzle mediante 10 pasos tal como la propuso originalmente Elliot Aronson [2]:

1. Dividir a los estudiantes de la clase en grupos de 5 o 6 alumnos. Estos grupos se tienen que formar de forma que incluyan diversidad en términos de género, capacidad, origen, etc.
2. Para cada grupo, escoger a un alumno como líder de su grupo. El líder debe ser el alumno más maduro del grupo.
3. Dividir los conceptos que se quieren introducir en la clase en 5 o 6 partes. Estas partes deben de ser independientes entre sí.
4. Asignar a cada alumno el aprendizaje de una de las partes asegurándose de que cada alumno solo tiene acceso a la parte que le ha sido asignada.
5. Asignar a cada alumno el tiempo adecuado para que pueda leer el material relacionado con la parte que le ha sido asignada al menos un par de veces.
6. Formar grupos temporales de alumnos expertos en cada tema. Los "grupos de expertos" los forman los alumnos responsables de cada tema de los diferentes grupos. Asignar un determinado tiempo a cada grupo de expertos para que discutan entre ellos los puntos más importantes del tema del que son expertos. Durante este tiempo los expertos también tienen que preparar la presentación que realizarán a sus compañeros del grupo original.
7. Reunir los alumnos otra vez en sus grupos originales.
8. Cada alumno debe explicar a sus compañeros del grupo original el tema del que es experto.

Hay que motivar al resto de compañeros del grupo a intervenir con el objetivo de clarificar la explicación.

9. El profesor debe ir de grupo en grupo para observar el proceso. En el caso de que detecte algún problema en algún grupo (por ejemplo un alumno que domina o molesta), el profesor debe realizar una intervención adecuada. Es conveniente que sea el líder del grupo el que intervenga para gestionar los conflictos que aparezcan en el grupo. El profesor puede sugerir al líder del grupo como intervenir hasta que pueda resolver este tipo de conflictos por sí mismo.
10. Al final de la clase es necesario realizar algún tipo de prueba sobre el material (test, cuestionario, etc.) para que los alumnos tengan la impresión de que la actividad que han realizado es importante y no se trata de un juego.

Posteriormente algunos autores han propuesto algunas variantes sobre la idea original de Aronson. Entre otros podemos citar Cohen [5], Slavin [8], Johnson&Johnson [6] o Kagan [7].

Algunas de las ventajas que podemos citar cuando se utiliza esta técnica en el aula son las siguientes:

- Contribuye a mejorar la motivación de los estudiantes
- Aumenta la satisfacción de los estudiantes en relación a su aprendizaje
- Ayuda a disminuir la conflictividad en el aula
- Fomenta la interdependencia positiva entre los estudiantes
- Reduce el absentismo en el aula
- Contribuye a mejorar la autoestima especialmente de los alumnos con bajo rendimiento académico

Pero no todo es maravilloso cuando se utiliza aprendizaje cooperativo mediante la técnica del Puzzle. A continuación se exponen algunos de los problemas que pueden surgir cuando se trabaja en el aula con la metodología del Puzzle:

- El estudiante dominante: Muchos profesores escogen de forma rotativa un alumno del grupo para que lidere la discusión. Una de las tareas del líder es animar al resto de compañeros del grupo a participar de forma equitativa en la discusión. Los alumnos

rápidamente perciben que es mucho más eficaz el funcionamiento del grupo si todos pueden participar y exponer sus contribuciones, comentarios y preguntas. Una forma de contrarrestar al estudiante dominante es dar más protagonismo al grupo.

- El estudiante lento: El profesor debe asegurar que los estudiantes con habilidades de estudio bajas no realicen contribuciones al grupo de nivel inferior a la media. Una forma para combatir ese problema consiste en utilizar los grupos de expertos para mejorar la contribución de estos alumnos mediante la aportación del resto de expertos antes de presentarlo a su grupo base
- Los estudiantes brillantes que se aburren: El aburrimiento en la clase puede ser un problema con independencia del método de aprendizaje que se utilice. Se ha demostrado que el grado de aburrimiento cuando se utiliza esta técnica es inferior que con las metodologías tradicionales. Si se consigue que los alumnos brillantes perciban su nuevo rol de “profesor” como un desafío habremos conseguido transformar una experiencia de aprendizaje aburrida en otra estimulante intelectualmente.
- Los estudiantes entrenados para competir: Los hábitos de aprendizaje competitivos adquiridos a lo largo de todas las etapas de nuestra formación no son fáciles de romper. A pesar de esto la experiencia ha demostrado que después de un periodo de entrenamiento los alumnos muestran una buena predisposición para el aprendizaje cooperativo incluso cuando no se introduce en las primeras etapas de la escolarización.

### 3. El Puzzle en nuestras asignaturas

La técnica del Puzzle se puede utilizar como instrumento formativo de soporte a un curso de aprendizaje basado en proyectos. Este es el planteamiento que hemos seguido en la experiencia que se describe en esta ponencia. La idea fundamental de estas asignaturas es la de aprender como consecuencia de la realización de un proyecto de programación en grupo de complejidad baja-media.

La asignatura Introducción a los Computadores (IC) pertenece al cuatrimestre 1A

(primer curso, primer cuatrimestre) y es común a las titulaciones de Ingeniería Técnica Aeronáutica y Ingeniería Técnica de Telecomunicación. La asignatura Laboratorio de Programación (LP) pertenece al cuatrimestre 1B (primer curso, segundo cuatrimestre) de las titulaciones Ingeniería Técnica de Telecomunicación e Ingeniería Técnica Aeronáutica. Estas titulaciones se imparten en la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels de la Universidad Politécnica de Cataluña.

Las asignaturas IC y LP tienen como principal objetivo el aprendizaje de la programación de ordenadores en los lenguajes C y C++. La asignatura IC representa un primer contacto con el mundo de la programación de ordenadores, usando el lenguaje de programación C. En la asignatura LP se pretende profundizar en la programación de ordenadores ampliando el catálogo de algoritmos y estructuras de datos, e introduciendo tecnologías complementarias tales como la programación orientada a objetos (C++) y la programación visual (Visual Basic).

Estas asignaturas tienen 4,8 créditos ECTS, lo cual supone unas 128 horas de dedicación total de los alumnos, distribuidas a lo largo de 16 semanas, con una media, por tanto, de 8 horas de dedicación por semana. De estas 8 horas de trabajo semanal, 2 ó 4 (dependiendo de la semana) serán horas de clase y el resto serán horas de trabajo adicional, para realizar tareas individuales o en grupo. Tanto en IC como en LP, los grupos son de 40 alumnos organizados en dos subgrupos.

En nuestro caso, el aprendizaje cooperativo se enmarca en unas asignaturas orientadas al aprendizaje basado en proyectos y el Puzzle se utiliza como técnica básica para introducir los conceptos nuevos que constituyen el contenido de la asignatura. Los alumnos deben aplicar estos conceptos al desarrollo de su proyecto de grupo. En el caso de la asignatura IC, en la que se introduce la metodología de trabajo, se utiliza un solo Puzzle en la segunda parte del cuatrimestre. En cambio en la asignatura de LP se utilizan dos Puzzles (Puzzle I y Puzzle II), uno en cada mitad del cuatrimestre.

Los grupos de aprendizaje cooperativo constan de tres alumnos, de forma que los conocimientos que cubre cada Puzzle se han dividido en tres partes. En la Tabla 1 se muestran

los contenidos temáticos de las tres partes que constituyen los Puzzles en las asignaturas IC y LP.

El contenido de las partes del Puzzle se ha escogido de forma que sean suficientemente independientes pero con cierta dependencia entre ellas para que al aplicar los conocimientos asociados a las tres partes se produzca la comprensión global. De esta forma en nuestra versión del Puzzle se combina la versión original de Aronson con el concepto de interdependencia positiva característico del aprendizaje cooperativo. Cada parte del Puzzle tiene asociados unos materiales de autoaprendizaje que requieren un tiempo de dedicación equivalente que en nuestro caso es de aproximadamente dos horas.

Las actividades asociadas a un Puzzle son de diferente tipo en función de si tienen lugar dentro (con o sin presencia del profesor) o fuera del horario reservado para la asignatura. En nuestro caso tenemos tres tipos de actividades:

- Actividades que se desarrollan en las sesiones presenciales con el profesor (dos horas de duración).
- Actividades de trabajo cooperativo (o en grupo) dentro del horario reservado para la asignatura (sesiones de dos horas de duración).
- Actividades que forman parte del trabajo personal semanal que han de realizar los alumnos fuera del horario de la asignatura (créditos ECTS). En nuestro caso son cuatro horas semanales.

Estas actividades correspondientes al Puzzle se van intercalando con otras actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto. De esta forma los alumnos van avanzando en su aprendizaje con nuevos contenidos y tienen la posibilidad de ir aplicando esos nuevos conocimientos al desarrollo de su proyecto. Con el objetivo de que los alumnos conozcan en todo

momento cuales son las actividades programadas para cada semana, se ha elaborado una “Guía de actividades” en la que figuran para cada semana la siguiente información:

- Lista de actividades con una estimación de su duración
- Lista de entregables individuales o de grupo (los resultados tangibles de su trabajo)
- Descripción detallada de cada actividad
- Material necesario para el desarrollo de cada actividad (bibliografía, enunciados, criterios de calidad de los programas, prácticas guiadas, programas para autoevaluación, etc.).

Para información más detallada sobre las actividades correspondientes a los dos Puzzles y su temporización se puede consultar las Páginas Web de las asignaturas IC [9] y LP [10].

En paralelo con las actividades semanales programadas, los alumnos deben ir materializando los resultados de dichas actividades en una serie de entregables que están perfectamente definidos desde el principio del cuatrimestre. A modo de ejemplo se muestra en la Tabla 2 los entregables correspondientes a la asignatura LP.

Como se puede observar existen dos tipos de entregables: los individuales y los de grupo. Los entregables correspondientes a los Puzzles I y II se han marcado en negrita en la tabla. El resto de entregables están relacionados con el Proyecto que cada grupo base debe desarrollar a lo largo del cuatrimestre (Proyecto 1). Estos entregables constituyen de facto el embrión del Portafolio Electrónico de la asignatura.

#### 4. Nuestra versión del Puzzle

Como ya se ha mencionado con anterioridad el papel reservado a los Puzzles en nuestras asignaturas es el de introducir los nuevos

Asignatura	Puzzle I	Puzzle II
<b>IC</b>	-Estructuras básicas -Funciones -Ficheros	
<b>LP</b>	-Programación orientada a objetos y programación modular -Programación Visual Basic -Algoritmos de ordenación y búsqueda	-Gestión dinámica de la memoria -Estructuras de datos: Pilas y Colas -Más Programación Visual Basic

Tabla 1. Contenido temático de los Puzzles en las asignaturas IC y LP

#	Tipo	Descripción	¿Para cuándo?
1	Grupo	Documento diseño Proyecto 0 y reparto de tareas	Final sesión semana 1
2	Grupo	Demo Proyecto 0 funcionando	Durante sesión semana 2
3	Individual	Ampliación individual Proyecto 0	Durante sesión semana 2
4	Grupo	Demo Proyecto 0+ funcionando	Durante sesión semana 3
5	Individual	<b>Dudas estudio individual material Puzzle I</b>	Inicio sesión semana 4
6	Grupo	Demo tareas preparatorias Proyecto 1	Durante sesión semana 4
7	Individual	<b>Ejercicio individual temas del Puzzle I</b>	Durante sesión semana 4
8	Individual	<b>Demo ejercicio DLL</b>	Durante sesión semana 5.2
9	Grupo	<b>Demo ejercicio de integración Puzzle I</b>	Durante sesión semana 6
10	Grupo	Documento diseño Proyecto 1 V1	Inicio sesión semana 7.1
11	Individual	<b>Demo&amp;Autoevaluación ejercicio individual Puzzle I</b>	Durante sesión semana 7.1
12	Individual	<b>Prueba individual Puzzle I</b>	Sesión semana 7.2
13	Individual	<b>Dudas sobre el material Puzzle II</b>	Inicio sesión semana 10
14	Grupo	Demo Proyecto 1 V1 funcionando	Durante sesión semana 10
15	Individual	<b>Ejercicio individual temas del Puzzle II</b>	Durante sesión semana 10
16	Grupo	<b>Demo ejercicio de integración Puzzle II</b>	Durante sesión semana 12
17	Grupo	Documento diseño Proyecto 1 V2 (Deshacer)	Inicio sesión semana 13.1
18	Individual	<b>Demo&amp;Autoevaluación ejercicio individual Puzzle II</b>	Durante sesión semana 13.1
19	Individual	<b>Ejercicio individual Puzzle II</b>	Sesión semana 13.2
20	Grupo	Demo Proyecto 1 V 2 funcionando	Durante sesión semana 14
21	Grupo	Demo Proyecto 1 V 3 funcionando	Durante sesión semana 15.1
22	Grupo	Informes de coevaluación Proyecto 1	Durante sesión semana 15.1
23	Grupo	Prueba individual ampliación Proyecto 1	Sesión semana 15.2

Tabla 2. Lista de entregables de la asignatura LP

las asignaturas con el objetivo que dichos conocimientos se apliquen al desarrollo de un proyecto de programación. Una peculiaridad en nuestro caso es que cada Puzzle se prolonga a lo largo de 5 semanas, esto le da mucha flexibilidad y permite trabajar de forma cómoda la diversidad en el aula.

A continuación se describen a grandes rasgos cada una de las actividades formativas asociadas a cada una de las semanas de las que consta un Puzzle en nuestro caso. Se hace énfasis en dónde ocurre cada actividad, cuánto tiempo lleva y cuál es el resultado (entregable).

- Primera semana:
  - Presentación del Puzzle (**en clase**) por el profesor en la sesión presencial. Tiene una duración de unos *15 minutos*, en los que se describen brevemente los tres temas implicados, y cada grupo base (de tres alumnos) se reparten los temas.
  - Primeras tareas de aprendizaje individual (**en casa**) con el objetivo de que cada alumno se convierta en el experto de su grupo base en uno de los temas que componen el Puzzle. Consiste en lecturas,

realización de prácticas guiadas, resolución de ejercicios y preparación de las dudas. Esta tarea puede durar *entre 2 y 3 horas*. El resultado de la actividad se materializa en un *Entregable individual* con las dudas más importantes surgidas en la realización de la tarea.

- Segunda semana:
  - Reunión de expertos (**en clase**) de 1 hora. En esa reunión los alumnos de distintos grupos base que han trabajado la misma parte del Puzzle se reúnen en grupos de dos o tres para compartir sus dudas, y aclararlas entre ellos y con la ayuda del profesor. El resultado es el *Entregable de grupo* con las dudas compartidas sobre el estudio realizado.
  - Ejercicio individual (**en clase**) de profundización. Este ejercicio dura 1 hora y se realiza a continuación de la reunión de expertos. Cada alumno debe resolver un ejercicio sobre el tema que está trabajando, y puede recibir la ayuda de los compañeros con los que ha trabajado en la reunión de expertos. El resultado es el *Entregable individual* con el ejercicio resuelto.

- Preparación (**en casa**) de la presentación que se hará a los compañeros del grupo base. Esta preparación puede durar 2 horas, ya que, además de explicar el tema a los compañeros durante media hora, cada alumno deberá preparar un pequeño plan de aprendizaje para sus compañeros (por ejemplo, algunos ejercicios con sus soluciones para que los compañeros verifiquen si han comprendido el tema). El Entregable individual es el plan de aprendizaje preparado para los compañeros.
- Explicación (**en clase o en casa**) del tema por parte de cada alumno del grupo a los compañeros del grupo base. Esta tarea puede durar 2 horas.
- Trabajo individual (**en casa**) para llevar a cabo los planes de trabajo propuestos por los compañeros del grupo base. La tarea puede durar 2 horas.
- Tercera semana:
  - Se resuelven (**en clase**) las dudas que han surgido con los conceptos del Puzzle. Se dedica una sesión de *1 hora*.
  - Se realiza un ejercicio de integración de las tres partes que compone el Puzzle, que cada grupo base debe aplicar a su proyecto. La tarea se inicia **en clase**, en una sesión de *1 hora*, y se completa **en casa**, dedicando *3 o 4 horas más*. Se produce un Entregable de grupo consistente en el ejercicio de integración resuelto.
  - Revisión (**en casa**) de los materiales de las otras dos partes del Puzzle, de las que el alumno no es experto. A esta tarea se dedican *2 horas*.
- Cuarta semana:
  - Demostración (**en clase**) del ejercicio de integración funcionando (*1 hora* de la clase).
  - Ejercicios individuales de integración del Puzzle con autoevaluación (previamente se han publicado los criterios de calidad para la autoevaluación). El ejercicio se inicia **en clase** (se dedica *una hora*) y se acaba **en casa** (se dedican *2 o 3 horas más*). Se produce un Entregable individual consistente en el ejercicio de integración resuelto.
- Quinta semana:

- Se realiza **en clase** un ejercicio individual de integración de los conocimientos del Puzzle. Se dedican dos horas, y el Entregable individual es puntuable (forma parte de los conocimientos mínimos).

Como puede verse, las dos primeras semanas del Puzzle se dedican al trabajo individual de cada alumno con el objetivo de que se convierta en el “experto” de su grupo del tema que le ha sido asignado (o ha escogido). Las tres semanas siguientes se dedican a la puesta en común de los conocimientos que cada “experto” ha adquirido para poder realizar ejercicios de integración en los que se deben poner en juego todos los conocimientos que cubre el Puzzle. Estos ejercicios de integración primero se realizan en grupo para poder realizarlos de forma individual al final del proceso.

Este planteamiento genérico tiene en realidad dos implementaciones ligeramente diferentes, una para IC y otra para LP. En particular, en la asignatura de IC, las reuniones de expertos se realizan en clase con presencia del profesor, que de esta forma puede intervenir y reconducir la reunión en el caso de que sea necesario. En la asignatura LP hemos considerado, puesto que los alumnos ya conocen la técnica del Puzzle, que pueden realizar la reunión de expertos fuera de las horas de clase en sus horas semanales de trabajo personal. Los expertos de cada grupo tienen la oportunidad de practicar una de las habilidades transversales importantes como es el explicar un conocimiento nuevo que han aprendido a sus compañeros.

Por otra parte, en LP se han eliminado algunos entregables que se consideran prescindibles una vez los alumnos han asimilado la metodología (por algunos de los entregables de la descripción general no aparecen en la tabla 2).

El ejercicio individual de integración con el que acaba cada Puzzle forma parte de los conocimientos mínimos necesarios para superar la asignatura con éxito y por lo tanto tiene una incidencia importante en la evaluación de los alumnos.

La fase crítica de los Puzzles se produce en el primer ejercicio de integración (tercera semana), donde los alumnos se enfrentan por primera vez a un nuevo reto que consiste en poner a prueba la eficacia de su grupo. Efectivamente, si la

Marca en la escala de la derecha (de 1 a 5) la opción que mejor refleja tu grado de acuerdo con cada una de las siguientes afirmaciones relacionadas con la asignatura. Contesta con la máxima sinceridad. Tus respuestas serán de gran valor para mejorar el curso en futuras ediciones.		Telecomunicación	Aeronáutica
1	En este curso he aprendido cosas que considero valiosas para mi formación	4,31	4,34
2	La labor del profesor me ha facilitado el proceso de aprendizaje	3,75	4,14
3	El material del curso está bien preparado y es adecuado	3,75	3,97
4	En todo momento he tenido claro lo que tenía que hacer (tanto en clase como fuera de clase)	3,76	3,68
5	Siempre me he sentido bien informado sobre mi progreso (o falta de progreso) en el curso	3,76	4,26
6	El trabajo en grupo me ha resultado de gran ayuda	3,6	3,97
7	La forma de evaluación me ha parecido adecuada	3,85	4,32
8	Este curso me ha ayudado a mejorar la gestión que hago de mi propio tiempo	3,35	3,56

Tabla 3. Resultados de la encuesta de la asignatura IC

interdependencia en el grupo es positiva, es decir, los expertos de cada grupo se comportan como tales, esta dificultad se supera con éxito que no quiere decir sin esfuerzo. Para paliar esta dificultad de aplicar los tres temas del Puzzle el primer ejercicio de integración es de grupo. El segundo (cuarta semana) es un ejercicio individual pero se les proporciona una solución mediante la cual deben hacer una autoevaluación según unos criterios de calidad que se les han proporcionado con anterioridad. Finalmente en la última semana (quinta semana) es cuando cada alumno de forma individual debe demostrar que ha asimilado los conceptos (control de conocimientos mínimos).

## 5. Valoración

En la Tabla 3 se muestran los resultados globales de la encuesta final del último cuatrimestre correspondiente a la asignatura IC. En general, consideran que han aprendido cosas útiles, y que el material y la planificación les han ayudado. No obstante, echan en falta más horas de teoría y se quejan de mucho trabajo. Finalmente, creen que el curso no les ha ayudado a mejorar la gestión de su tiempo y respecto al trabajo en grupo las percepciones son muy diferentes en función de cómo ha funcionado el grupo de trabajo.

La orientación de las asignaturas que se ha descrito en esta ponencia se ha impartido ya en

varias ocasiones en diferentes versiones encaminadas todas ellas a mejorar la experiencia. A pesar de que nuestra aplicación de la técnica del Puzzle en el formato que hemos mostrado en esta ponencia está todavía en vías de consolidación, podemos hacer ya las siguientes observaciones en cuanto a su funcionamiento:

1. Las primeras impresiones en clase son muy positivas, porque se aprecia un nivel de actividad muy elevado por parte de los alumnos, en las diferentes fases del proceso. Incluso en algunos casos, los profesores nos hemos sorprendido por esos niveles de actividad e interés.
2. Cuando el proceso se observa más de cerca entonces se tiene la sensación de que no funciona muy bien. Por ejemplo, cuando se observa la explicación que un alumno hace a los compañeros, o los ejercicios que ha preparado sobre el tema, la impresión es que la cosa no va bien, y la tentación de parar la clase y explicar el tema bien en la pizarra es grande. En todo caso, hay que tener muy claro que esta técnica pone de manifiesto rápidamente las dificultades que tienen los estudiantes para aprender la materia (cosa que con otras estrategias más clásicas pasa desapercibida para el profesor hasta el día del examen).

3. El ejercicio de integración de grupo resulta casi siempre más difícil de lo previsto. En la próxima edición de estos cursos ya hemos previsto asignar más tiempo a este ejercicio, y estar más tiempo con los alumnos en clase para ayudarles.
4. Los alumnos no se han mostrado entusiasmados con el sistema. Perciben que las explicaciones de los compañeros no son buenas, y reclaman explicaciones al profesor.
5. Finalmente, los proyectos acaban funcionando, lo cual demuestra que, efectivamente, las explicaciones del profesor no son estrictamente imprescindibles para alcanzar los objetivos de aprendizaje.

## 6. Conclusiones

En esta ponencia hemos descrito cómo usamos el aprendizaje cooperativo como una herramienta de soporte al aprendizaje basado en proyectos. En concreto se utiliza la técnica del Puzzle para consolidar el aprendizaje de los nuevos conceptos que se introducen en la asignatura como un proceso previo para que los alumnos los apliquen al proyecto que están desarrollando en su grupo base. Los alumnos valoran muy positivamente el trabajo en grupo así como la organización de la asignatura alrededor del desarrollo de un proyecto de programación, aunque manifiestan sus quejas respecto a la técnica del Puzzle, reclamando que las explicaciones las realice el profesor.

Hemos detectado algunos problemas debidos al material de autoaprendizaje de los Puzzles que es necesario mejorar. También es necesario revisar la cantidad y la planificación de los entregables con el objetivo de conseguir una distribución más regular a lo largo del cuatrimestre. Estos dos aspectos constituyen nuestro plan de mejora para la siguiente edición de la asignatura.

Como conclusión final podemos afirmar que la inmensa mayoría de los alumnos han seguido el

plan previsto, han conseguido los objetivos de aprendizaje y reconocen que han aprendido mucho. Además los proyectos elaborados por los alumnos tienen bastante calidad.

## Referencias

- [1] Aronson, E., Blaney, N., Stephin, C., Sikes, J. & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*. Beverly Hills, CA: Sage Publishing Company.
- [2] Aronson Elliot, <http://www.jigsaw.org>
- [3] Bará Javier, Valero-García Miguel. *Técnicas de Aprendizaje cooperativo*. Enero 2002, ICE-UPC.
- [4] Bará Javier y Valero-García, Miguel. *Técnicas de Aprendizaje Basado en Proyectos*. Mayo 2005, ICE-UPC.
- [5] Cohen, E. G., & Lotan, R. A. (1995). Producing equal-status interaction in the heterogeneous classroom. *American Educational Research Journal*, Vol. 32, pp. 99-120.
- [6] Johnson, D. W., R. T. Johnson, and K. A. Smith. (1991). *Active learning: Cooperation in the college classroom*. Edina, MN: Interaction Book Company.
- [7] Kagan, S. (1992). *Cooperative learning*. San Juan Capistrano, CA: Kagan Cooperative Learning, Inc.
- [8] Slavin, R. E., Hurley, E. A., & Chamberlain, A. (2003). *Cooperative learning and achievement: Theory and research*. In W. M. Reynolds & G. E. Miller (eds.), *Handbook of psychology: Educational psychology*, Vol. 7. New York: Wiley.
- [9] Web de la asignatura "Técnicas de Computación y Programación", <http://docencia.ac.upc.edu/EPSC/TCP>
- [10] Web de la asignatura "Introducción a los Computadores", <http://docencia.ac.upc.edu/EPSC/IC>