

# **APRENDIZAJE COOPERATIVO APLICADO A LA DOCENCIA DE LAS ASIGNATURAS DE PROGRAMACIÓN EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**FERRER SUMSI, Miquel<sup>(1,2)</sup>; BENAVENTE VIDAL, Robert<sup>(2)</sup>; VALVENY LLOBET, Ernest<sup>(1,2)</sup>**

**GARCIA BARNÉS, Jaume<sup>(1,2)</sup>; LAPEDRIZA GARCIA, Àgata<sup>(1,2)</sup>; SÁNCHEZ ALBADALEJO, Gemma<sup>(1,2)</sup>**

miquel.ferrer@cvc.uab.es

<sup>(1)</sup>Universitat Autònoma de Barcelona, E.T.S.E., Dept. de Ciències de la Computació

<sup>(2)</sup>Centre de Visió per Computador, Campus UAB, Bellaterra (Barcelona)

## **RESUMEN**

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de la metodología del aprendizaje cooperativo a la docencia de dos asignaturas de programación en ingeniería informática. ‘Algoritmos y programación’ y ‘Lenguajes de programación’ son dos asignaturas complementarias que se organizan entorno a un proyecto común que engloba los contenidos de ambas asignaturas. En la docencia de una parte muy importante de estas asignaturas, la metodología del aprendizaje cooperativo se ha adaptado a sus características específicas. Como muestra de esta adaptación presentamos dos ejemplos de las actividades desarrolladas dentro de la docencia de estas asignaturas. Después de tres años de aplicación, el análisis a nivel cualitativo y cuantitativo de los resultados muestra que éstos son muy satisfactorios y que la aplicación del método cooperativo ha mejorado de forma considerable el rendimiento de los alumnos en ambas asignaturas.

**Palabras clave:** Aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en proyectos, experiencias docentes.

## 1. Introducción

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de la metodología de aprendizaje cooperativo en las asignaturas “Algoritmos y Programación” (AP) y “Lenguajes de Programación” (LP) de la titulación de ingeniería informática de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), que se ha llevado a cabo en los cursos 2005-06, 2006-07 y 2007-08.

Ambas asignaturas corresponden al mismo ámbito de conocimientos, el de la programación en lenguajes imperativos de alto nivel, y son impartidas en el primer curso de la titulación. La diferencia entre ellas es que mientras AP es una asignatura con una componente más teórica y que corresponde a un nivel alto de abstracción, LP es más práctica y tiene como principal objetivo que el alumno aprenda a programar en un lenguaje de programación concreto que, en nuestro caso, es el lenguaje C.

En el curso 2005-06 la titulación de ingeniería informática de la UAB inició un plan piloto para la adaptación de la titulación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Durante ese proceso de adaptación, se constató la necesidad de coordinar el proceso de aprendizaje de las dos asignaturas para optimizar el tiempo total disponible para ambas y mejorar el nivel de conocimientos final de los alumnos [1]. Por otra parte, la coordinación de las dos asignaturas también tenía como objetivo solucionar algunas situaciones poco eficientes tales como la repetición de contenidos o la desconexión entre los contenidos teóricos y su aplicación práctica.

Con el objetivo de conseguir una visión global de los contenidos de las dos asignaturas, se aplica la metodología del aprendizaje basado en proyectos [2], que anteriormente ya se ha aplicado con éxito a otras asignaturas de ingeniería informática [3]. Todos los contenidos y actividades de las dos asignaturas, AP y LP, se organizan entorno a un proyecto común que se propone al inicio de la docencia y que los alumnos deben realizar a lo largo de todo el curso. Este proyecto es el hilo conductor que permite englobar todos los contenidos de ambas asignaturas y, además, permite relacionar los diferentes enfoques teórico y práctico que tienen AP y LP respectivamente.

Por otra parte, en las clases de cada una de las asignaturas, se ha introducido la metodología de aprendizaje cooperativo [4,5], de forma que la mayoría de las tareas realizadas por los alumnos, que son diferentes partes del proyecto final, se realizan de forma cooperativa. La Figura 1 muestra un esquema de la relación de las dos metodologías utilizadas.

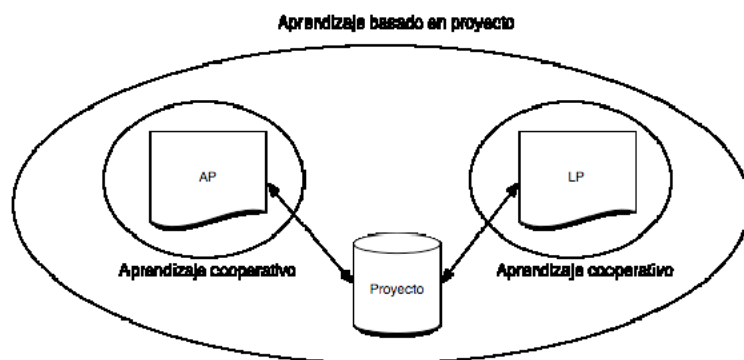


Figura 1: Esquema del funcionamiento coordinado de las dos asignaturas.

En este trabajo presentamos los resultados y conclusiones que se pueden extraer de esta experiencia después de haber aplicado la combinación de estas dos metodologías en los tres últimos cursos. Con este objetivo, en la sección 2 se explica el funcionamiento de las dos asignaturas y se presenta la metodología de aprendizaje cooperativo aplicada a las asignaturas de programación en ingeniería informática. En la sección 3 se analizan los resultados obtenidos y, por último, en la sección 4 se presentan las conclusiones del trabajo.

## 2. Aprendizaje cooperativo en las asignaturas de AP i LP

### 2.1. Estructura de las asignaturas

Para poner en contexto la aplicación de la metodología cooperativa empleada, en este apartado resumimos el funcionamiento de ambas asignaturas.

La asignatura '*Algoritmos y programación*' (AP) se estructura en dos tipos de sesiones:

- 1- **Clase magistral.** Se presentan los contenidos teóricos del tema, de forma general y abstracta. Para explicar los algoritmos correspondientes se utiliza un pseudocódigo que no corresponde a ningún lenguaje de programación concreto.
- 2- **Seminario de problemas.** Se presenta a los alumnos una serie de problemas a analizar y deben proponer el algoritmo adecuado para su solución.

La asignatura '*Lenguajes de programación*' (LP) se estructura en dos tipos de sesiones:

- 1- **Seminario de programación.** Consta de dos partes. En la primera se explica la sintaxis de las instrucciones del lenguaje C que se corresponden con las estructuras vistas en teoría. En la segunda parte, se proponen ejercicios en los que se debe traducir algún algoritmo en pseudocódigo al lenguaje C o se debe implementar algún algoritmo sin partir del pseudocódigo.
- 2- **Prácticas de Laboratorio.** Se proponen una serie de programas que se deben implementar en el ordenador aplicando los conocimientos teóricos del tema y del lenguaje C adquiridos en las clases magistrales y seminarios anteriores.

El temario de las dos asignaturas se divide en ocho temas comunes. Para cada tema, la parte teórica del tema corresponde a AP i la parte práctica a LP. A cada tema le corresponden dos sesiones de AP y dos de LP. Estas sesiones se organizan en el calendario del curso de forma que, para cada tema, las sesiones de AP siempre son la semana anterior a las sesiones de LP del mismo tema.

La metodología de aprendizaje cooperativo se ha utilizado en los seminarios de ambas asignaturas. En los seminarios de AP, todo el tiempo de las sesiones se dedica a las actividades cooperativas. En cambio, en los seminarios de LP, sólo se aplica la metodología cooperativa en la segunda parte de la sesión que es cuando los alumnos deben solucionar diferentes problemas.

### 2.2. Metodología de trabajo

A continuación se presenta la metodología utilizada en las sesiones de seminario de las dos asignaturas. Como norma general, antes de cada sesión de seminario se prepara una ficha-guía para ayudar a conducir la sesión. Esta ficha incluye básicamente:

- a) resumen de la sesión anterior
- b) planteamiento de las actividades para el seminario
- c) descripción de las actividades de la sesión
- d) sistema de evaluación de la actividad realizada

Dado que el tipo de problemas que se resuelven son parecidos en ambas asignaturas, los diferentes tipos de actividades cooperativas se realizan indistintamente en ambas asignaturas. A continuación se explican detalladamente dos ejemplos de actividades que se han realizado en cada asignatura:

#### Actividad cooperativa en la asignatura de AP: Póster

- **Antecedentes:** En la sesión anterior, el profesor ha propuesto 3 algoritmos que cada alumno debe solucionar de forma individual durante la semana previa a esta sesión.
- **Material:** El material necesario para el desarrollo de la sesión comprende hojas de transparencias y rotuladores permanentes.

- **Tarea:** El trabajo de la sesión consiste en la resolución de los 3 algoritmos planteados de forma cooperativa en sesión de póster.
- **Descripción de la actividad:** Inicialmente se divide la clase en grupos de 4 personas. Cada componente del grupo debe traer el pseudocódigo que él mismo ha pensado para cada uno de los 3 algoritmos. Se asigna la resolución de uno de los algoritmos planteados a cada grupo, de manera que todos los componentes del grupo han solucionado los tres problemas pero tienen que trabajar solamente en uno de ellos. Cada grupo dispone de 15 minutos para discutir las soluciones individuales del problema con las que tendrán que generar una única solución en forma de póster. Pasados los 15 minutos, el profesor escoge tres grupos, uno para cada uno de los ejercicios propuestos. Sucesivamente, cada grupo escogido presenta el pseudocódigo de la solución al problema al resto de los grupos utilizando el póster creado. El resto de grupos comenta posibles errores que se hayan podido cometer. El grupo que presenta la solución, toma nota de las posibles correcciones. Al final de la sesión cada grupo que ha presentado el trabajo, debe entregar al profesor una nueva versión de la solución teniendo en cuenta los comentarios recibidos por sus compañeros.
- **Evaluación:** Se evalúa la nueva versión del algoritmo teniendo en cuenta si se han incluido correctamente las mejoras y los comentarios del resto de grupos.

#### **Actividad cooperativa en la asignatura de LP: Puzzle (Grupo de expertos)**

- **Antecedentes:** Clase de teoría de AP.
- **Material:** Manual/apuntes de lenguaje C.
- **Tarea:** Implementación de dos programas. Cada programa está asociado a un concepto o problema determinado.
- **Descripción de la actividad:** Durante los primeros 25 minutos el profesor explica las instrucciones del lenguaje C correspondientes al temario de la sesión y los relaciona con los conceptos teóricos explicados en la anterior clase de teoría de la asignatura de AP. A continuación se forma un número par de grupos de 2 ó 3 personas. Cada grupo trabajará en un programa distinto. Se dejan 15-20 minutos para que cada grupo solucione su ejercicio que consiste en implementar una función o programa que realiza una tarea concreta. Pasado este tiempo, se forman grupos más grandes fusionando dos grupos pequeños que hayan trabajado en programas distintos. De ésta manera cada grupo grande contiene “expertos” en cada programa. Se dejan otros 15-20 minutos para que cada grupo de expertos explique su solución al resto de grupos, de forma que pasado este tiempo todos los componentes de este macro-grupo tienen conocimientos de los 2 programas o funciones. El profesor escoge mediante sorteo una persona de cada macro-grupo. Esta persona será la encargada de representar al grupo en una pequeña prueba escrita dónde se evalúan los dos conceptos planteados. Dicha prueba consiste en implementar alguna modificación sobre las 2 funciones programadas durante la sesión y también en implementar un nuevo programa que utilice las dos funciones modificadas. El resto del grupo debe abandonar la clase.
- **Evaluación:** El representante del grupo entrega la solución de la prueba al profesor. Todos los miembros del grupo obtienen para esta actividad la nota de su representante en la prueba.

### **3. Resultados**

Después de tres cursos de aplicación de la metodología presentada en este trabajo, consideramos que el resultado más importante es que se ha constatado un aumento de la motivación de los alumnos por las asignaturas. Creemos que el hecho de desarrollar las clases de una manera cooperativa facilita que los propios alumnos se descubran como parte de la asignatura y no sólo como meros espectadores de

ella. Paralelamente se ha observado un incremento en la asistencia y, una vez en el aula, la participación activa de los alumnos ha aumentado de manera significativa.

Por lo que respecta al proceso de aprendizaje de los alumnos, el nivel de conocimientos individuales también se ha visto beneficiado por la nueva metodología. El hecho de tener que discutir las soluciones de los problemas con otros miembros del grupo y recibir sus explicaciones hace aflorar dudas y preguntas que individualmente quizá no hubieran aparecido. El funcionamiento de las sesiones también permite a los alumnos descubrir diferentes maneras de solucionar los problemas y, a la vez, les obliga a analizar y decidir qué ventajas y qué desventajas tiene cada posibilidad. Como muestra de este beneficio, cabe destacar que los profesores hemos detectado un aumento en la variedad y riqueza de las soluciones propuestas por los alumnos ante un mismo problema.

Respecto a la adquisición de competencias, mediante la metodología presentada, se trabajan algunas de las competencias transversales que se han marcado como básicas en nuestra titulación. El desarrollo de las actividades permite trabajar la capacidad para el trabajo en grupo (al trabajar con diferentes compañeros a lo largo del curso e incluso de una misma sesión), la capacidad de análisis y síntesis (al tener que comparar diferentes soluciones, propias y de los compañeros, para decidir la mejor solución) y las habilidades comunicativas (al tener que discutir los pros y contras de las diferentes soluciones, explicar el trabajo propio a los demás y defender las soluciones propuestas). Por otra parte, también se trabajan otros valores como la responsabilidad y la confianza en uno mismo cuando, por ejemplo, la evaluación el resultado global del grupo depende del resultado individual de una persona en un momento concreto, de forma que todos los componentes del grupo deben cooperar para mejorar el resultado final.

A nivel cuantitativo, se han comparado los resultados globales de las asignaturas con los resultados del curso anterior a la reorganización (2004-05) y se ha observado que, en primera convocatoria, el porcentaje de no presentados ha descendido del 39.31% al 11.56% en AP y del 38.83% al 20.81% en LP. El porcentaje de aprobados ha subido del 20.44% al 41.62% en AP y del 20.27% al 35.84% en LP. Además, la nota media de los alumnos presentados ha mejorado en 2.05 puntos (de 5.07 a 7.12) en AP y en 0.22 puntos (de 7.66 a 7.88) en LP. Por último cabe destacar la elevada correlación entre los aprobados de las dos asignaturas, puesto que el 75.32% de los aprobados en AP son alumnos que también aprueban LP. Este resultado se incrementa al hacer la correlación en sentido inverso: el 78.37% de los aprobados de LP también aprueban AP.

#### **4. Conclusiones**

En este trabajo hemos presentado los resultados de una experiencia de aplicación del aprendizaje cooperativo a las asignaturas de programación en ingeniería informática. En nuestro caso, el aprendizaje cooperativo se utiliza en dos asignaturas relacionadas entre sí y coordinadas entorno a un proyecto común. Se ha explicado la metodología utilizada y se han mostrado dos ejemplos de sesiones tipo en las que se aplica el aprendizaje cooperativo.

El objetivo de la aplicación de la metodología de aprendizaje cooperativo fue desde un principio incrementar la participación e implicación de los alumnos en su proceso de aprendizaje de forma que el nivel de conocimientos y competencias mejorara respecto a los obtenidos anteriormente con la metodología tradicional de clases magistrales de teoría y problemas. En este aspecto, hay que destacar que los resultados han sido muy satisfactorios. La aplicación del aprendizaje cooperativo ha dinamizado las clases y ha favorecido la implicación de los alumnos en su proceso de aprendizaje, hecho que se ha reflejado en un aumento considerable de la asistencia a clase y, por consiguiente, del seguimiento del curso por parte de los alumnos. El resultado final ha sido una mejora muy importante del rendimiento de los alumnos que se ha visto reflejada en el aumento del número de presentados, el número de alumnos que superan la asignatura, y lo que creemos que es más importante, un aumento del nivel de conocimientos.

Por otra parte, la utilización de la metodología presentada permite trabajar la adquisición de algunas competencias imprescindibles para un ingeniero informático. También consideramos que la

metodología permite la evaluación indirecta de estas competencias, ya que el nivel de adquisición de estas competencias se refleja en el resultado final del alumno, evitando así una evaluación directa de las competencias que puede ser muy difícil de realizar.

Sin embargo, la aplicación de esta metodología ha tenido algunos inconvenientes. Por una parte, el aumento del volumen de trabajo para el profesor es considerable, ya que al trabajo de preparación de las sesiones hay que sumar el tiempo para la evaluación de todas las actividades. Por otra parte, la metodología propuesta resulta incompatible con algún tipo de estudiantes que no pueden tener un seguimiento continuo de las clases, de forma que los alumnos que quedan descolgados en algún momento del curso son difícilmente recuperables.

Por último, se está estudiando la posibilidad de aplicar también la metodología cooperativa para el aprendizaje de los conceptos más teóricos que actualmente se realizan mediante clase magistral. La idea sería dividir la clase en grupos y asignar a cada grupo una parte del tema, para después tenerla que exponer con los compañeros y poner en común los conocimientos y las dudas, de forma que la cooperación entre los diferentes miembros del grupo permita completar los objetivos del tema.

## **5. Referencias**

- [1] BENAVENTE, R., VALVENY, E., GARCIA, J., LAPEDRIZA, A., FERRER, M., SANCHEZ, G. *Una experiencia de adaptación al EEES de las asignaturas de programación en ingeniería informática. Enviado al V Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria. València 2008.*
- [2] BRANDFORD, J.D., STEIN, B.S. *The IDEAL problem solver.* W.H. Freeman and Co., 1993.
- [3] MARTÍ, E., GIL, D., JULIÀ, C. *Una experiencia de PBL en la docencia de la asignatura de Gráficos por computador en Ingeniería Informática. IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, Vol. 1, p. 375, Barcelona, 2006.*
- [4] JOHNSON, D.W., JOHNSON, R.T., SMITH, K.A. *Active Learning: Cooperation in the collage classroom.* Edina MN: Interaction Book Company, 1998.
- [5] CARRASQUER, P., DE LLAMA, A., GIBERT, F., ORGAZ, N., PARELLA, S., REYNAL, N., SOLÀ, X. *Aprenentate cooperatiu en ciències socials.* Servei de publicacions IDES-UAB, Col. Eines d'Innovació docent en Educació Superior, Bellaterra, 2006.