



## Puzzle-Pro:

### Aplicación de la técnica en clases de problemas

ARMELIN, Elaine; IRIBARREN LACO, José Ignacio

[elaine.armelin@upc.edu](mailto:elaine.armelin@upc.edu)

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB), Av. Diagonal, 647-E 08028 Barcelona



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



**ÁREA TEMÁTICA 2:** Diseño y desarrollo de asignaturas o parte de las mismas utilizando AC.

### RESUMEN

En el presente trabajo se muestran las experiencias de aplicación de una técnica de aprendizaje cooperativo en una asignatura de quinto curso de la titulación de Ingeniería Química. La asignatura se llama “*Diseño de Equipos e Instalaciones*” y se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona.

En la asignatura de “*Diseño de Equipos e Instalaciones*” se ha aplicado una variante de la técnica del puzzle (rompecabezas) de Elliot Aronson (1978), denominada *puzzle para problemas* o *puzzle-pro*. Esta técnica fue desarrollado por Joan Domingo y Maria Pilar Almajano y ya ha sido aplicada en otras asignaturas como son la de “*Enlace y Estructura*” y “*Química II*”, dos asignaturas de primer curso de Ingeniería Química e Ingeniería Industrial, respectivamente. El PUZZLE-PRO es una técnica que se puede emplear en cualquier asignatura, es una técnica muy motivadora para profesores y alumnos y las claves de éxito están garantizadas. La metodología, los consejos para emplear la técnica y los resultados obtenidos se muestran en la comunicación completa.

**Palabras clave:** Dinámica de grupo, fases de trabajo, evaluación de resultados.

## INTRODUCCIÓN

No existe una “fórmula mágica” o una “receta universal” para dar clases magistrales pero sí existen una serie de técnicas y métodos que pueden ayudar a los profesores a la hora de enseñar y, especialmente, a los alumnos a la hora de aprender.

Actualmente, la convergencia hacia un **espacio europeo de enseñanza superior** (EEES) implica necesariamente una transformación de los modelos tradicionales de enseñanza (enfocados sobre el profesor y basados en clases expositivas por parte de éste) hacia modelos de aprendizaje enfocados sobre los alumnos y basados en la capacitación alcanzada por los mismos al final del ciclo.

En este sentido, las metodologías de enseñanza universitaria deben ir orientadas a que el alumno **aprenda a aprender**. Esto implica que el alumno no aprenda simplemente contenidos sino que también adquiera habilidades o competencias, como saber trabajar en equipo, planificarse en el tiempo, hablar en público o realizar búsquedas efectivas de información, que son necesarias para la incorporación del alumno a la vida profesional. Es por ello que parece imprescindible la introducción en la enseñanza universitaria de metodologías de aprendizaje activo como el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en problemas, entre otras herramientas didácticas. Estas metodologías activas conceden un papel muy relevante al alumno en la construcción del conocimiento a partir de pautas, actividades o escenarios diseñados por el profesor [1].

Una de las herramientas útiles para conseguir este cambio en la enseñanza es el Aprendizaje Cooperativo (AC), que promueve el aprendizaje independiente y autónomo del alumno y permite que los estudiantes asuman responsabilidades en su propio proceso de aprendizaje [2]. Su efectividad en estudios técnicos superiores ha sido señalada por distintos autores [3,4]. El aprendizaje cooperativo es una metodología de trabajo que fomenta la creación de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar el aprendizaje de todos [5].

Las estrategias didácticas para llevar a cabo aprendizaje cooperativo son muy variadas, pero en todas ellas se deben integrar 5 elementos [6]:

- Interdependencia positiva: el profesor debe diseñar actividades que implican que los miembros del grupo deben trabajar juntos para conseguir realizar el trabajo encomendado.
- Responsabilidad individual y grupal: el grupo asume unos objetivos y cada miembro del grupo debe realizar la parte del trabajo que le corresponde.
- Interacción estimuladora: aunque una parte del trabajo es individual, otra sólo puede llevarse a cabo de forma interactiva.
- Actitudes y habilidades personales y grupales: se enseña al grupo el modo en el que deben trabajar juntos, asignando diferentes roles o papeles dentro del grupo.
- Evaluación grupal: para conseguir que las personas del grupo se comprometan con la tarea y con el éxito de todos sus miembros se promueve la evaluación grupal en lugar de una evaluación individual, para premiar el trabajo de grupo y la cooperación.

La incorporación de esta metodología dentro de una materia en mayor o menor medida implica realizar un análisis de los objetivos de aprendizaje y elaboración de actividades para conseguir estos objetivos, planificar los criterios de asignación de grupos, planificar la evaluación individual y grupal y realizar el seguimiento del grupo.

## **METODOLOGÍA: Aplicación de la técnica del Puzzle-Pro**

### **1. La asignatura.**

En la asignatura de Diseño de Equipos e Instalaciones (DEI) de la Titulación de Ingeniería Química (5º curso) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (ETSEIB) hace 1,5 años que se aplica la metodología llamada “**Puzzle-Pro – Resolución de problemas en grupo**”.

Las clases de la asignatura están repartidas en 2 horas de teoría y 2 horas de problemas por semana (ECTS: 5,5). Es una asignatura obligatoria de quinto curso que se imparte en los dos cuatrimestres del curso lectivo. El número de alumnos matriculados depende del cuatrimestre, pero en general, varía de 30-45 alumnos. La experiencia se llevó a cabo en las clases de problemas de 2 horas de duración.

### **2. Objetivos formativos**

El objetivo es alcanzar y mantener un elevado nivel de atención, fomentando la retroalimentación y participación de los alumnos en clase, la satisfacción de sus necesidades y expectativas, respetando unos valores formativos y cumpliendo con la política y objetivos de la asignatura en cuestión. Además, los alumnos desarrollan habilidades de trabajo en grupo como sinónimo de trabajo en equipo, adquieren buenos hábitos de resolución de problemas y toman conciencia que el aprendizaje es una responsabilidad suya y que cuentan con la supervisión del profesor para ello.

### **3. Alcance**

La presente metodología se aplica a cualquier asignatura con clases de problemas y a todas las personas involucradas en el desarrollo, implantación del EEES y mejora de la calidad de la enseñanza en algunos aspectos.

### **4. Materiales y descripción de la metodología**

#### **4.1. Materiales**

Los problemas que deben ser resueltos son distribuidos en forma de **fotocopias** con el enunciado y espacio para la resolución de los mismos individualmente (*Figura 1*). Los alumnos deben traer los apuntes de teoría, así como la calculadora, materiales necesarios para la resolución de los problemas.

El tamaño de los grupos es lo siguiente:

- 1ª Fase: grupos de 3 personas (10 min)
- 2ª Fase: grupos de 3-4 personas (10min)
- 3ª Fase: grupos de 6-8 personas (~40 min)

#### **4.2. Descripción de la metodología**

Lo que sigue a continuación es una descripción de los pasos que hay que seguir para preparar una clase de problemas basada en el **Puzzle-Pro**, tal y cómo se ha aplicado en las clases de DEI.

- 1) El profesor debe preparar 6 problemas correspondientes a un temario específico para que sus estudiantes resuelvan en clase (*Figura 1*). En las clases objeto del estudio se copiaron los enunciados de los problemas del cuaderno de problemas de la asignatura. **Importante:** Estimar el tiempo de resolución de dichos problemas según su complejidad y la duración de la clase.
- 2) El profesor forma los grupos de manera aleatoria y según el número de alumnos en clase. Es decir, si el número total de alumnos es de 18, se formarán 6 grupos de 3 personas (1ª fase), el profesor numera a los alumnos de 1 hasta 6. **Importante:** Explicar la dinámica de formación de grupos (que consta de 3 fases) y resolución de problemas que se seguirá en las clases (*Figura 2*). Esta etapa no debe llevar más de 5-10 minutos.
- 3) Una vez formados los grupos el profesor distribuye los problemas (P1-P6). Cada integrante del grupo tiene uno diferente y resuelve individualmente el suyo. Si se ha formado algún grupo de 4 miembros se repetirá uno de los problemas. **Importante:** Los alumnos tienen 10 minutos para resolverlos EN SILENCIO, utilizando los conocimientos y apuntes de las clases de teoría, sin la ayuda del profesor.
- 4) Transcurridos estos 10 minutos, todos los alumnos que tienen el mismo problema se reúnen, independientemente si lo han terminado o no, y trabajan en su resolución colectivamente y en base a su trabajo personal previo (2ª fase). De esta forma se formarían como máximo 6 grupos si el número total de problemas propuesto es 6 (de P1 a P6). El objetivo es que discutan la respuesta del problema, entren en un consenso, o pregunten sobre el mismo. **Importante:** El profesor ha de ser muy estricto con el tiempo, para esta etapa tienen 10 minutos.
- 5) En la tercera y última etapa de formación de grupos (3ª fase), se juntan los grupos 1 y 4, 2 y 5, 3 y 6, formando en total 3 grupos con 6 miembros. Cada alumno ha de explicar el problema que le ha tocado resolver individualmente (Paso 3) y en grupo (Paso 4) a todos los miembros del nuevo grupo formado. Cada alumno dispone de 5-6 minutos para explicar la metodología de resolución del ejercicio, los demás no tienen tiempo para copiar, solamente tienen tiempo de entender como se resuelven. **Importante:** No deben pasar de ~40 minutos en esta sesión.
- 6) Hacer un DESCANSO de 5-10 minutos. **Muy importante.**
- 7) Finalizadas las sesiones en grupo, el profesor reparte un examen individual tipo test o un problema (4ª fase) cuyo enunciado será similar a algún ejercicio abordado y trabajado en el aula (*Figura 3*). En el caso del test, el alumno ha de contestar a todas las preguntas, exceptuando la del problema que le ha tocado resolver, este debe anexarlo al final de examen. **Importante:** El test debe ser resuelto en 40 minutos como máximo (8 minutos por pregunta considerando que solamente tienen que contestar a 5). Para un examen tipo problema, el tiempo dependerá de la complejidad de la resolución.
- 8) El profesor corrige el test y califica el problema que cada alumno ha resuelto según el número de compañeros del último grupo (Paso 5) que haya logrado contestar correctamente la pregunta relacionada con su ejercicio. Es decir, aunque que la respuesta de su problema sea correcta solamente consigue la máxima calificación si ha logrado que los demás compañeros hayan aprendido su ejercicio (interdependencia positiva). En el caso de la resolución de un único problema en concreto, este criterio de evaluación no se sigue. **Importante:** Comunicarles cada semana el resultado del test o problema y devolvérselos.

## 5. Criterios de evaluación

TEST: 1,5 puntos por cuestión (son 5 cuestiones)

2,5 puntos para el problema resuelto y explicado (máxima puntuación dependiente del número de compañeros del último grupo que contestan correctamente la pregunta)

PROBLEMA ÚNICO: 10 puntos

## 6. Criterios de éxito

1. Es fundamental que el estudiante se quede hasta el final de la sesión.
2. Es importante que traigan sus apuntes de teoría, cuaderno de problemas y calculadora.
3. Es recomendable que el profesor lleve fotocopias de los enunciados de los problemas para distribuírseles, agiliza el trabajo y corrobora con la dinámica exigida en la técnica del **Puzzle-Pro** (*Figura 1*).
4. Que cada estudiante sepa hacer todos los problemas.

## 7. Incidencias

Las principales incidencias encontradas en la aplicación de la técnica **Puzzle-Pro** en las clases DEI fueron:

1. Algunos alumnos que no traían el material necesario para hacer los problemas acababan prestando de los compañeros, retrasando la actividad de estos últimos.
2. La falta de conocimientos previos o del material de teoría para empezar a resolver el problema (por ejemplo, alumnos que no acuden a las clases de teoría).
3. Alumnos con poca facilidad para explicar su ejercicio o que solamente se preocupa de explicárselo a un compañero más cercano.



Asignatura: **Diseño de Equipos e Instalaciones**

**(PROBLEMAS)**

Grupo: 10

Temario: Tipos de corrosión/ Protección catódica

**Alumno(a):**

**P1 (Corrosión galvánica):** Se sumerge en agua de mar una barra de cobre con un área total de exposición de  $3 \text{ dm}^2$  acoplada a una barra de acero de  $0,5 \text{ dm}^2$  de superficie expuesta. Calcular la corriente mínima que debe aplicarse al par galvánico formado para evitar la corrosión de ambos metales.

Datos: La velocidad de corrosión del hierro en agua de mar es  $0,127 \text{ mm/año}$ ;  $PA (\text{Fe}) = 55,85 \text{ g/mol}$  y  $\rho (\text{Fe}) = 7,8 \text{ g/cm}^3$

**Resolución:**

*Figura 1. Ejemplo de una fotocopia distribuida en una de las clases de problemas de “Diseño de Equipos e Instalaciones”.*

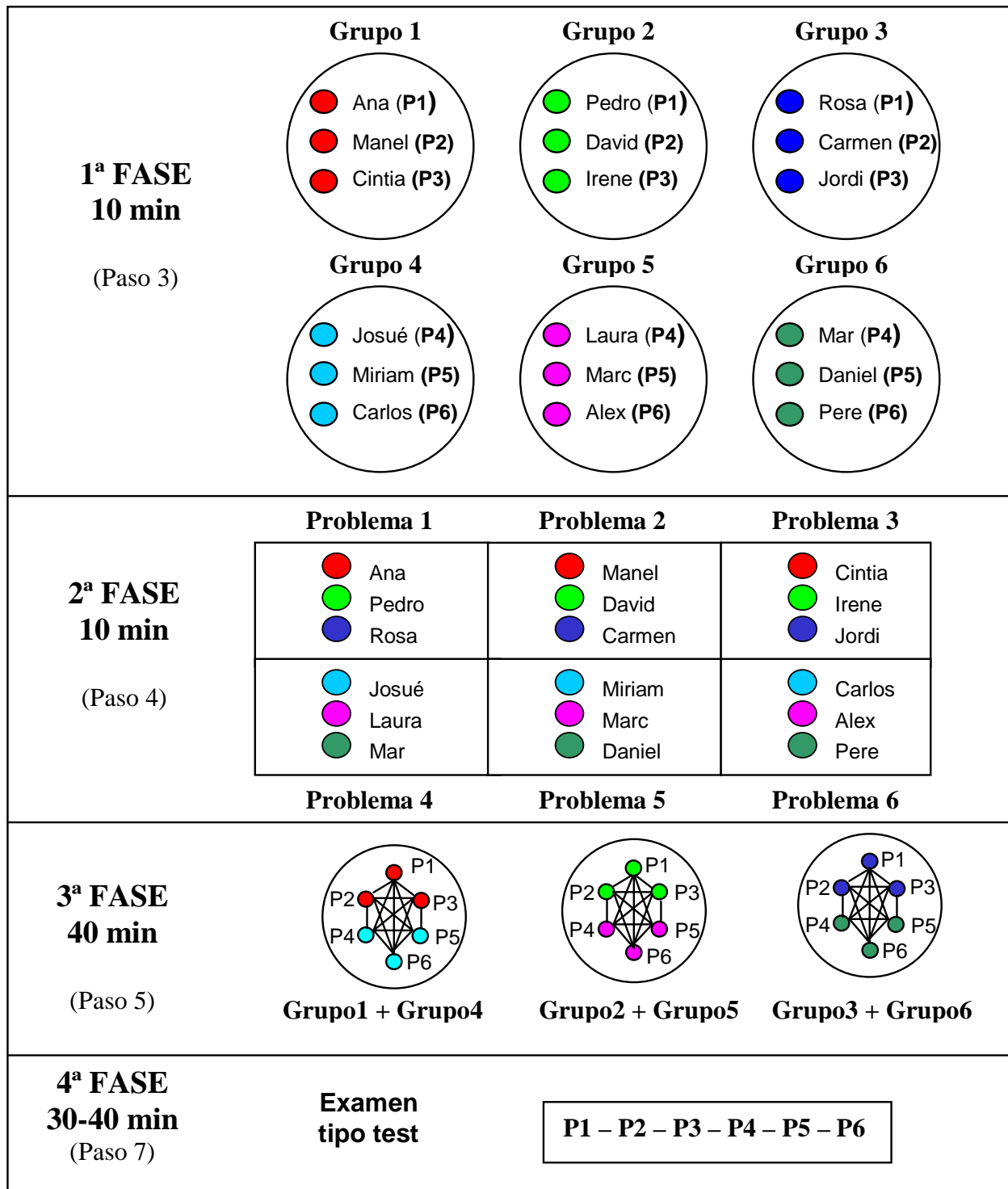


Figura 2. Esquema de formación de grupos y de las fases de una clase de problemas basada en la técnica del Puzzle-Pro.



Asignatura: **Diseño de Equipos e Instalaciones**  
**(PROBLEMA A ENTREGAR)**

Grupo: 10

Temario: Tipos de corrosión/ Protección catódica

**Alumno(a):**

**P7 (Tipos de corrosión):** Por una tubería enterrada de acero de 76,2 mm de diámetro y 0,6 m de longitud circula una corriente vagabunda de 0,8 A. Calcular la velocidad de corrosión en mm/año.

Dato: PA (Fe) = 55,85 g/mol,  $\rho$  (Fe) = 7,8 g/cm<sup>3</sup>

**Resolución:**

Figura 3. Ejemplo de un problema pasado en la 4ª fase de la técnica del Puzzle-Pro.

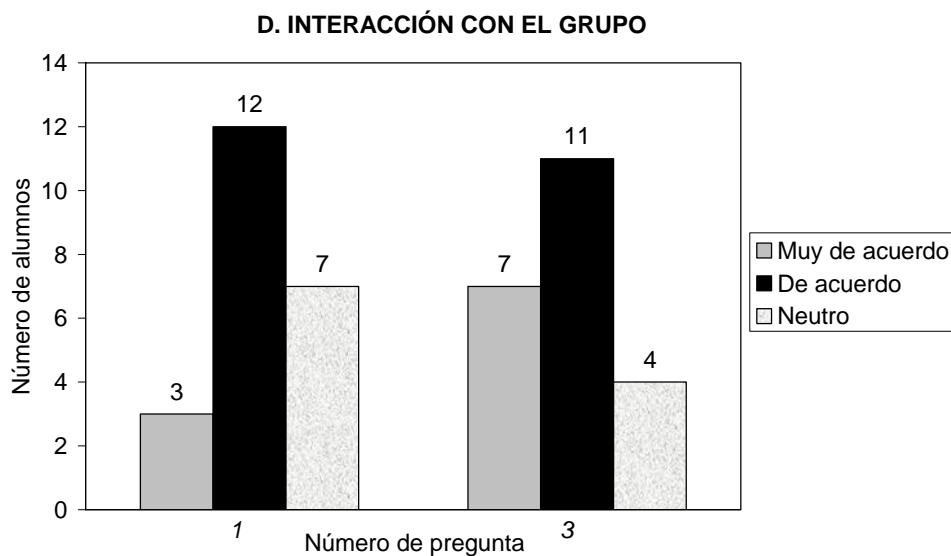


## RESULTADOS

Para evaluar el grado de satisfacción del alumno con el empleo de la metodología del **Puzzle-Pro** en la asignatura DEI, se han pasado encuestas tipo *SEEQ* – “*Student Experience of Education Questionnaire*” al final del cuatrimestre. En general, según las encuestas, los alumnos consideran que han desarrollado ciertas habilidades de trabajar en equipo, como la responsabilidad y la integración en el grupo (*Figura 4*). Lo que corrobora con un apartado de la encuesta, que analiza la opinión a respecto de: “*La habilidad para discutir información y trabajar en grupo*”. Este ítem fue puntuado con un 3.5 y un 3.8 (Valoración: De acuerdo) en los cuatrimestres de otoño y primavera (curso 2005/2006), respectivamente.

Según el gráfico presentado en la *Figura 4*, no hay ningún alumno que no esté de acuerdo con el método empleado (Valoración: En desacuerdo) o muy en desacuerdo (Valoración). Además, el ítem de “*Satisfacción con la metodología utilizada*” tuvo un promedio de 3.31 en el cuatrimestre de otoño y aumentó para 3.64 (Valoración: Neutro a De acuerdo) en el cuatrimestre de primavera de mismo curso lectivo (2005/2006).

La incorporación de las notas de los problemas resueltos en clase en la calificación final tiene una repercusión positiva que se refleja en el mejor aprovechamiento del curso (mejores notas) por parte de los alumnos. Sin embargo, algún alumno refleja en la encuesta que este puede ser un punto negativo porque les obliga a venir a clase, la asistencia aumentó de un 59% a un 90% de un cuatrimestre a otro.



*Figura 4.* Resultados de la encuesta de satisfacción del alumnado con la aplicación de la resolución de problemas en grupo (**Puzzle-Pro**). Pregunta: **1.** Los grupos de trabajo han sido una buena herramienta para estudiar, aprender la asignatura y compartir conocimientos e ideas. Pregunta: **3.** He mantenido una actitud responsable y positiva con los otros miembros del grupo de trabajo. (Número total de alumnos consultados=22)

## CONCLUSIONES

En las clases de problemas basadas en el **Puzzle-Pro** la responsabilidad individual es muy grande, como se ha explicado anteriormente. De aquí la importancia de que el alumno se quede hasta el final de la sesión. Además, la interdependencia positiva se da porque en la 3ª fase de la actividad, 5 estudiantes dependen de uno y cada uno es responsable del aprendizaje de cinco alumnos. Se comprueba la eficacia de la actividad y de la interdependencia en la evaluación del test o problema resuelto individualmente al final de la clase (en la 4ª fase).

Por otro lado, podemos concluir que esta técnica permite desarrollar ciertas competencias y habilidades muy valiosas para la incorporación de nuestros estudiantes al mercado de trabajo. Como por ejemplo la habilidad de trabajar en equipo, que involucra la cooperación con los compañeros, un grado de implicación en el grupo, la capacidad para alcanzar un consenso, la capacidad para transmitir información, entre otras. Además de la planificación del tiempo: deben controlar el tiempo de resolución del problema (como se debería hacer en un examen real), y deben controlar el tiempo que llevarán para explicar el problema resuelto porque de lo contrario no lograrán hacer todo el test o resolver un problema.

Al comunicarles los criterios de corrección de los problemas (que deben ser claros, objetivos y uniformes), o el resultado de los tests semana a semana, el alumno toma conciencia de la importancia del trabajo en equipo y de las claves del éxito (retroalimentación).

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universitat Politècnica de Catalunya por la formación recibida en términos del Aprendizaje Cooperativo y a J. Domingo y M.P. Almajano por sus valiosas colaboraciones en este campo.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Bonwell C.C. and Eison J.A., *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Ashe-ERIC Higher Education Report, 1, George Washington University, **1991**.
- 2) Cuseo, J.B., *Cooperative Learning: A Pedagogy for Addressing Contemporary Challenges and Critical Issues In Higher Education*. Marymount College, New Forum Press, **1996**.
- 3) A.W. Astin, *Assessment for excellence: The philosophy and practice of assessment and evaluation in higher education*. Phoenix: The Oryx Press, **1993**.
- 4) D.W. Johnson, R.T. Johnson, and K. Smith, *Cooperative learning: Increasing college faculty instructional productivity*. (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4). Washington, DC: The George Washington University, School of Education and Human Development., **1991**.
- 5) J. Barà, *Aprendizaje Basado en Problemas/Proyectos: ¿Qué, porqué cómo?* Institut de Ciències de l'Educació, Julio **2003**.
- 6) D.W. Johnson; R.T. Johnson; and E.J. Holubec; *Cooperation in the Classroom*. 6th Ed., Edina, MN: Interaction Book Company, **1995**.