

# Cómo conseguir que los alumnos hagan más ejercicios

Miguel Valero-García  
Dept. de Arquitectura de Computadores  
Universitat Politècnica de Catalunya (Barcelona)  
e-mail: miguel@ac.upc.es

## Resumen

En esta ponencia se describe un método de aprendizaje cooperativo informal que se ha aplicado en una asignatura de primer año de ingeniería informática. Se analiza la forma en que el método aborda varias de las dificultades experimentadas por los profesores de la asignatura para conseguir que los alumnos hagan los ejercicios del curso. El método ha sido bien valorado tanto por los alumnos como por los profesores, aunque todavía no está suficientemente implantado como para que se observen mejoras significativas en el rendimiento académico.

## 1. La asignatura

El método que se describe se ha ensayado en la asignatura Estructura de Computadores 1 (de ahora en adelante EC1). Esta asignatura pertenece a la Fase Selectiva de las ingenierías informáticas que se imparten en la Facultat d'Informàtica de Barcelona. Por tanto, es una asignatura con muchos alumnos en su primer año de estudios universitarios. Por ejemplo, durante el curso 2000-2001 la asignatura ha tenido alrededor de 800 alumnos, repartidos en 3 grupos en el cuatrimestre de otoño y 6 grupos en el cuatrimestre de primavera (cada grupo tiene entre 80 y 100 alumnos).

La asignatura EC1 cubre esencialmente dos temas:

- El lenguaje máquina/ensamblador de la familia de procesadores i80X86

- El subsistema de entrada/salida de un computador

Los objetivos formativos de la asignatura son esencialmente de tipo comprensión. Es decir, los alumnos deben aplicar recetas bien establecidas para obtener la respuesta correcta (normalmente única) al problema [1]. Un ejemplo típico de ejercicio es determinar el contenido de los registros del procesador después de ejecutar una secuencia de 3 ó 4 instrucciones de lenguaje ensamblador.

La asignatura tiene tres tipos de clases:

- Clases de teoría (3 horas a la semana)
- Clases de problemas (1 hora a la semana): cada grupo de teoría se divide en dos subgrupos de problemas (por tanto, el profesor imparte dos horas a la semana, una a cada grupo).
- Clases de laboratorio (2 horas cada quince días): cada grupo de teoría se divide en cuatro de laboratorio (por tanto, el profesor imparte una media de 4 horas de laboratorio a la semana).

La asignatura EC1 se aprueba, al igual que otras muchas de nuestros planes de estudios, haciendo muchos ejercicios. Por ello, la cuestión fundamental es cómo conseguir que los alumnos hagan ejercicios. Esa es la problemática que se discute a continuación y sobre la que pretende incidir el método descrito en esta ponencia.

## 2. Las clases de problemas

En los últimos cuatrimestres, los profesores de la asignatura solemos pasar una encuesta al inicio del cuatrimestre en la que pedimos a los estudiantes que valoren, entre otras cosas:

1. Qué características debe tener la asignatura para que pueda ser considerada “de calidad”
2. Cuáles fueron las razones del poco éxito en la asignatura el cuatrimestre anterior (sólo para los repetidores)

Habitualmente, uno de los elementos que aparecen como respuesta a la pregunta 1 es:

“Que haya muchos ejercicios resueltos”

Por otra parte, la respuesta que domina siempre en la segunda pregunta es:

“No hice suficientes ejercicios”

Esta encuesta resulta útil para poner de manifiesto ante los estudiantes que lo importante es que los ejercicios los hagan ellos, y no nosotros los profesores. A nosotros, los profesores, también nos ha costado un tiempo tomar conciencia clara de las implicaciones de esta cuestión, tal y como se verá en la breve descripción que se ofrece a continuación, a cerca de la evolución de las clases de problemas.

En una primera fase de la historia de la asignatura, los profesores desarrollábamos la teoría en las clases de teoría y mostrábamos cómo se resuelven los problemas en las clases de problemas. Proponíamos ejercicios a los alumnos para que hiciesen en casa (en esas horas de trabajo personal que todo alumno debe dedicar a la asignatura). Este planteamiento (bastante generalizado en la mayoría de las asignaturas) tiene las siguientes características:

- Es eficiente, puesto que el profesor puede desarrollar mucha teoría y proporcionar a los alumnos muchos ejercicios resueltos. Por una parte, el profesor tiende a sentirse satisfecho de su trabajo, especialmente si tiene la sensación de que ha explicado con claridad.

Por otra parte, el alumno se siente tranquilo con una buena colección de ejercicios resueltos en la carpeta. Puesto que los ha entendido todos, piensa que será capaz de resolver ejercicios similares cuando llegue el momento.

- Aquellos alumnos que se decidían a hacer ejercicios en casa, se encontraban solos ante las primeras dificultades. Es decir, el profesor no estaba en el sitio oportuno en el momento en que más importante es su intervención en el proceso de aprendizaje.
- El profesor no tenía ninguna realimentación antes del primer examen (un examen parcial cuando el curso está bastante avanzado), lo cual limita extraordinariamente su capacidad para intervenir.

En resumen, este planteamiento ignoraba completamente una realidad que se ponía de manifiesto cuando ya era demasiado tarde. Conviene citar aquí a John Cowan [2]:

El trabajo del profesor consiste en crear situaciones de las que el alumno no puede escapar si haber aprendido

Es obvio que en el planteamiento descrito los alumnos estaban escapando sin aprender.

En una segunda fase, se adquirió la conciencia clara de que los alumnos debían resolver ejercicios en clase de problemas, con la presencia del profesor, para que éste pudiese intervenir ante las primeras dificultades. Por otra parte, sólo así podía justificarse que los grupos de problemas fuesen reducidos (la mitad que los de teoría). Así pues, en esta segunda fase, en las clases de problemas se proponían ejercicios que los alumnos debían resolver allí mismo, de forma que el profesor pudiese intervenir al aparecer las primeras dificultades.

De forma natural, aparecieron dos planteamientos distintos. Algunos profesores adoptaban la política de ofrecer la solución correcta al final de la clase, con lo cual muchos alumnos se limitaban a esperar a que se hiciese pública esa solución para copiarla. En una variante más radical, algunos

profesores no ofrecían en ningún momento la solución correcta. Los alumnos que quisiesen, podrían entregar el ejercicio al profesor que lo devolvería corregido a la semana siguiente. Los ejercicios entregados no serían tenidos en cuenta para el cálculo de la nota, puesto que se suponía que, en caso de tenerlos en cuenta, se produciría una avalancha de entregas que desbordaría a los profesores. Un resultado de esta variante era que muchos alumnos abandonaban las clases de problemas a las pocas semanas, para asistir a las clases de los profesores que sí daban las soluciones.

En general, las características de estas estrategias son:

- Se recorta un poco el tiempo para desarrollar la teoría, puesto que una parte de las horas de teoría deben usarse para ejemplificar la resolución de problemas (que ya no se va a hacer en las horas de problemas, como ocurría en la fase anterior).
- Se consigue que algunos estudiantes hagan más ejercicios, pero muchos alumnos siguen sin hacerlos. Como se ha indicado, en los casos en los que el profesor resolvía el ejercicio al final, muchos alumnos simplemente esperaban. Si el profesor no resolvía el ejercicio, muchos alumnos dejaban de venir a las clases. Este abandono de las clases de problemas (en torno al 50%) repercute en una mejora de las condiciones para atender a los que se quedan, pero hace que el impacto de la estrategia en el rendimiento académico sea escaso, puesto que sigue habiendo muchos alumnos que “escapan” de la situación de aprendizaje creada.
- El profesor tiene más elementos de juicio sobre la marcha de la asignatura, puesto que ve trabajar a los alumnos en clase, y corrige los ejercicios que entregan los alumnos. Es curioso observar que cuando se tienen esos elementos de juicio el profesor percibe con claridad las dificultades de aprendizaje de los alumnos, lo cual puede repercutir en su moral, cosa que no pasaba en la primera fase, cuando el profesor no tenía feedback y se

creaba fácilmente la ilusión de que todo va bien.

- El trabajo de corrección de ejercicios aumenta, aunque no excesivamente puesto que, como se ha indicado antes, no son muchos los alumnos que asisten regularmente a las clases de problemas en las que no se da la solución y se recogen los ejercicios.

La descripción que acabamos de ofrecer se ha organizado en dos fases para facilitar la exposición de los dilemas y dificultades a los que pretende dar respuesta el método que se describe a continuación. No obstante, la historia real no necesariamente se ha desarrollado en dos fases bien delimitadas, y posiblemente diferentes profesores de la asignatura han vivido la historia de formas parcialmente distintas.

### 3. El método propuesto

El método que proponemos a continuación utiliza la estrategia de aprendizaje cooperativo en grupos informales [3]. La mecánica es la siguiente:

- El profesor propone un ejercicio que los alumnos deben resolver en clase de forma individual. El ejercicio se les reparte en un papel aparte en el que deben escribir la solución (esto aumenta la relevancia que los alumnos atribuyen a la actividad). Se les explica que en la última parte de la sesión deberán reunirse con otros compañeros para comparar las soluciones.
- Durante la resolución individual, se anima a los alumnos a que discutan el problema con sus vecinos. El profesor atiende las dudas que se produzcan.
- Al finalizar la fase de resolución individual, el profesor organiza grupos de 3 ó 4 estudiantes, de forma que los miembros de un grupo no hayan interactuado entre sí durante la resolución individual. El objetivo del grupo es ponerse de acuerdo en la solución correcta. Para ello, comparan las soluciones individuales y si hay discrepancias las aclaran. Cuando llegan al consenso, escriben la solución correcta y la firman. Si alguno de

los alumnos no está de acuerdo, no firma y puede entregar su solución particular.

- El profesor recoge las soluciones consensuadas, las corrige y las devuelve la semana siguiente.

#### 4. Qué ha cambiado

Veamos ahora en que medida el método propuesto produce un cambio de la situación en relación a las dificultades descritas en la sección 2.

- Los alumnos hacen ejercicios en clase. Además, no se produce el abandono típico que tiene lugar cuando los alumnos constatan que el profesor no dará la solución al final de la clase. Hay dos explicaciones para esto. Por una parte, los alumnos valoran la discusión con sus compañeros (que no se producía de forma tan intensa en las fases anteriores). Por otra parte, el método se ha aplicado indistintamente en las clases de teoría y de problemas, con lo cual el planteamiento “iré a las clases de problemas de otro profesor” no tiene sentido.
- Los alumnos intentan hacer bien los ejercicios. El hecho de que cada alumno tenga que exponer su solución a los compañeros del grupo al final de la clase hace que entre en juego su motivación que “quedar bien” en el grupo, lo cual le induce a esforzarse más durante la resolución individual. Esto se traduce, por ejemplo, en un mayor número de preguntas al profesor para aclarar dudas. Además, tiende a reducirse la típica situación en la que dos alumnos trabajan aparentemente juntos el ejercicio, siendo en realidad uno de ellos el que lo resuelve y el otro el que mira como se hace.
- Durante la discusión final en grupo los alumnos se aclaran entre sí muchas de sus dudas. Se sabe que en una situación así, un compañero que se acaba de enfrentar al mismo ejercicio puede ser más eficaz que el propio profesor a la hora de resolver dudas. El beneficio de la discusión es importante tanto para el que ve su duda resuelta como para el que resuelve la duda de otro, que ve

de esta forma afianzados sus conocimientos y su confianza en sí mismo. En resumen, el feedback que recibe cada alumno sobre el estado de sus conocimientos se multiplica.

- El profesor corrige un número pequeño de ejercicios (uno por cada grupo de 3 ó 4) con lo cual los alumnos pueden tener un feedback regular del profesor, a un coste moderado para éste.

Además de estas mejoras, aparecen otros elementos positivos adicionales, en virtud de la naturaleza el método utilizado:

- Los alumnos se van conociendo y relacionando a medida que se avanza en el curso, lo cual hace que el clima humano de la clase mejore notablemente.
- Los alumnos ponen en práctica y mejoran sus habilidades para discutir y alcanzar un consenso.

#### 5. Dificultades

Las dificultades que a priori puede plantear el método propuesto aquí tienen que ver con la mecánica de la formación de los grupos, la incomodidad de las aulas para el trabajo de los grupos y el mayor tiempo que se requiere para realizar la actividad.

Tal y como se ha indicado antes, es importante que los grupos estén constituidos por alumnos que no hayan interactuado durante la fase de resolución individual. Por tanto, no vale el hacer grupos con el compañero de al lado y los dos de atrás (lo cual sería óptimo en términos de tiempo). La técnica que se ha utilizado hasta ahora es asignar un número a cada alumno, de forma cíclica, y hacer que los 3 ó 4 alumnos a los que se les ha asignado el mismo número se reúnan en un punto dado de la clase (conviene, por ejemplo, dibujar un mapa de la clase indicando dónde deben reunirse cada uno de los grupos). Obviamente, esto produce un gran movimiento de alumnos durante unos segundos. Sin embargo, una vez adquirida la mecánica, el tiempo que se pierde no es excesivo (el sistema a funcionado bien con grupos de 60 ó 70 alumnos). Por otra parte, si el método se aplica en clases de dos horas, puede

aprovecharse el descanso (en el que típicamente los alumnos se mueven de su sitio) para organizar los grupos.

Ciertamente, el mobiliario de nuestras aulas no es el más adecuado para facilitar el trabajo de grupos de más de dos personas. Al aplicar el método propuesto, muchos alumnos acababan sentados encima de los pupitres, girados hacia atrás y con los papeles encima de las rodillas. No obstante, esta circunstancia no parece haber dificultado excesivamente el trabajo, si bien es cierto que siempre que se ha aplicado el método, la capacidad del aula era superior a la ocupación en ese momento. El problema sería más grave en caso de un aula completamente ocupada. En ese caso, sin embargo, existe todavía la posibilidad de hacer que los alumnos se reúnan fuera del aula (quizá en aulas cercanas desocupadas, o incluso en pasillos y otros espacios de uso general).

Finalmente, no cabe duda de que la formación y el trabajo de los grupos hacen que el tiempo que debe destinarse a la actividad aumente en relación a estrategias como las descritas en la sección 2. Lógicamente, defendemos que es un tiempo bien empleado, pero es cierto que en el caso de temarios apretados, puede plantearse un problema de falta de tiempo. En este caso, puede adoptarse una variante que consiste en proponer a los alumnos que resuelvan el ejercicio de forma individual en casa, de forma que en clase, quizá después de unos minutos de repaso, se inicia la fase de discusión en grupo. Aunque esta variante dificulta mucho la posibilidad de que el profesor resuelva dudas individuales en el momento en que se producen, retiene aún muchas de las virtudes del método tal y como se ha propuesto en la sección 3.

## 6. Valoración

La aplicación frecuente y sistemática del método propuesto debería propiciar un aumento en el rendimiento académico de los alumnos (el aumento de la tasa de alumnos aprobados debería ser uno de los objetivos de cualquier mejora docente). Sin embargo, esa mejora de rendimiento no se ha constatado todavía en la asignatura EC1, precisamente porque el método no se ha aplicado de forma frecuente y sistemática. En realidad, se ha aplicado de forma puntual, con el objetivo de

ensayar la mecánica, analizar la reacción de los alumnos y de los propios profesores.

Los profesores han valorado positivamente el método, esencialmente porque se consiguen unas dosis de actividad por parte de los alumnos superiores a las que se consiguen con otros métodos. La mecánica ha funcionado bien, incluso en grupos de alrededor de 60 alumnos. En todo caso, se constata la necesidad de reorganizar el programa y, en particular, recortar el temario expuesto en las clases de teoría, si es que se pretende aplicar con frecuencia el método (efectivamente, el temario acostumbra a ser una barrera para la innovación docente).

La reacción de los alumnos se ha evaluado mediante dos tipos de encuesta: el CuIC y el SEEQ.

El CuIC (Cuestionario de Incidencias Críticas) [4] es una consulta que se hace a los alumnos con una cierta frecuencia a lo largo del curso. Al final de una sesión de clase, se les pide que respondan a las dos preguntas siguientes:

¿Qué ha sido lo más estimulante, clarificador y positivo en el último período del curso?

¿Qué ha sido lo más desconcertante, oscuro y negativo en el último período del curso?

Los alumnos deben contestar estas preguntas de forma anónima, rápida (un minuto) y concreta.

Los resultados del CuIC ponen de manifiesto que entre los aspectos más valorados aparecen siempre las discusiones entre compañeros que se propician con el método propuesto. Por tanto, puede afirmarse que los alumnos reaccionan favorablemente.

El SEEQ (Students Evaluation of Educational Quality) es una encuesta debida a H. Marsh [5], que se usa desde comienzos de los años 80 (especialmente en el ámbito anglosajón) para recoger la opinión de los alumnos sobre el profesor y la asignatura. Es ideal para identificar aspectos a mejorar. Desde hace dos cuatrimestres, los profesores de EC1 decidimos utilizar esta

encuesta para emprender un proceso de mejora continuada, consistente en:

1. Pasar la encuesta SEEQ al final de cuatrimestre
2. Identificar los aspectos peor valorados por los alumnos
3. Seleccionar alguno de los aspectos peor valorados para mejorarlo
4. Hacer un plan de mejora
5. Llevar a cabo el plan
6. Volver a pasar el SEEQ al final del cuatrimestre y analizar el impacto de las medidas adoptadas

En el cuatrimestre 1999-2000 (2) los aspectos peor valorados por los alumnos fueron (en una escala de 1 a 5):

25.- Los comentarios del profesor sobre los exámenes y trabajo corregidos fueron de mucha ayuda **(2,93)**

13.- En este curso se animaba a los alumnos a participar en las discusiones de clase **(3,11)**

26.- Los métodos de evaluación de este curso son justos y adecuados **(3,16)**

28.- La bibliografía y el material recomendado en este curso son valiosos **(3,20)**

El equipo de profesores decidió intentar una mejora del aspecto número 13. Para ello, cada profesor se comprometió a aplicar en su clase, al menos 3 veces durante el curso, el método descrito en esta ponencia en su clase. Se esperaba que con ello los alumnos percibiesen un mayor grado de participación en clase.

El resultado del SEEQ al final del cuatrimestre 2000-2001 (1) (unos 300 alumnos), por lo que respecta al aspecto que nos interesa aquí fue:

13.- En este curso se animaba a los alumnos a participar en las discusiones de clase **(3,32)**

Se pone por tanto de manifiesto una mejora apreciable en la percepción de los alumnos. Es interesante notar (no se aportan los datos aquí)

que muchos de los otros aspectos evaluados por el SEEQ recibieron una valoración peor por parte de los alumnos. Esto no es de extrañar puesto que el perfil de la población de estudiantes cambia del cuatrimestre de otoño al cuatrimestre de primavera (en particular, el porcentaje de repetidores). En estas condiciones, la mejora percibida en el aspecto objeto de nuestra actuación tiene una significación importante.

En el cuatrimestre 2000-2001 (2) (unos 500 alumnos), en el que el perfil de los alumnos es comparable al del cuatrimestre en que se tomaron los primeros datos, el resultado fue:

13.- En este curso se animaba a los alumnos a participar en las discusiones de clase **(3,43)**

Este resultado muestra una consolidación de la mejora.

Por último, cabe mencionar que el uso del método propuesto también ha tenido un impacto en los resultados de la encuesta que nuestra Universidad utiliza para evaluar a los profesores. En el caso particular del autor de esta ponencia, la encuesta institucional había dado siempre un valor de entre **3,9** y **4,1** (en una escala de 1 a 5), con independencia de los innumerables esfuerzos por mejorar la calidad de las exposiciones o de los materiales producidos para los alumnos. En el cuatrimestre 2000-2001 (2), en el que se aplicó el método con frecuencia, la valoración obtenida en la encuesta fue **4,7**.

## 7. Conclusión

Cuando se ha propuesto el método descrito aquí a otros compañeros, con frecuencia se ha planteado reticencias acerca de:

1. La viabilidad del método, especialmente en grupos con muchos alumnos
2. El grado de aceptación de los alumnos
3. El impacto en el nivel de aprendizaje

Nuestra experiencia ha puesto de manifiesto que las reticencias (1) y (2) no están fundadas. El método ha sido operativo en grupos de más de 60 alumnos, en una asignatura de primer año. Además, los alumnos han manifestado un grado

de aceptación superior al de otros métodos ensayados previamente.

En cuanto al impacto en el nivel de aprendizaje, tal y como se ha mencionado antes, no estamos en condiciones de afirmar nada. Sólo puede esperarse ese impacto después de un uso frecuente y sistemático del método. Esto tardará más en llegar puesto que implica una reorganización del programa y, probablemente, un recorte en el número de horas de clase expositiva.

Por otra parte, no hay que olvidar los beneficios adicionales del método, que difícilmente se pondrán de manifiesto con los sistemas de evaluación clásicos. En particular:

- Los alumnos se lo pasan mejor en clase, y eso es bueno independientemente de cuál sea el nivel de aprendizaje final
- Los alumnos desarrollan habilidades sociales importantes (discutir de forma ordenada, expresarse con claridad, alcanzar un consenso, etc.).

Finalmente, un comentario que nos parece importante en cuanto a la aplicabilidad de las estrategias de aprendizaje cooperativo. Comentando el método con algún compañero de mayor experiencia docente, éste manifestó sus dudas sobre la utilidad del trabajo en grupo en el caso de ejercicios como los de nuestra asignatura, en los que la solución es única y no hay mucho terreno para el debate ni para el planteamiento de caminos y perspectivas alternativas. La experiencia nos ha mostrado que incluso para trabajar objetivos de bajo nivel de competencia

como los nuestros, el trabajo en grupos cooperativos puede tener un papel fundamental, puesto que permite que muchos alumnos puedan aclarar entre ellos sus dudas sobre la forma de resolver los ejercicios, ayudando en este propósito al profesor, que siempre es un recurso limitado cuando el número de alumnos en clase es elevado.

### Referencias

- [1] M. Valero-García y J.J. Navarro, Niveles de competencia de los objetivos formativos en las ingenierías. *VII Jornadas sobre Enseñanza Universitaria de la Informática JENUI2001* p.149
- [2] J. Cowan *On Becoming an Innovative University Teacher*, Open University Press, 1998 Publishers 1995.
- [3] D.W. Johnson, R.T. Johnson y K.A. Smith *Cooperative Learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity*, ASHE-ERIC Higher Education Report N. 4, George Washington University, 1991.
- [4] S.D. Brookfield, *Becoming a Critically Reflective Teacher*, Jossey Bass Publishers 1995.
- [5] H. Marsh y M.J. Dunkin, Students' evaluations of university teaching: A multidimensional perspective, *Effective Teaching in Higher Education: Research and Practice* (New York 1997), p. 241.