

Actas de las XIX Jenui. Castellón, 10-12 de julio 2013  
 ISBN: 978-84-695-8051-6 DOI: 10.6035/e-TiIT.2013.13  
 Páginas: 183-190

## Aprendizaje activo basado en problemas

Carlos Álvarez, Agustín Fernández, Josep Llosa y Fermín Sánchez  
 Departament d'Arquitectura de Computadors  
 Facultat d'Informàtica de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya  
 Barcelona  
 calvarez, agustin, josepll, fermin @ ac.upc.edu

### Resumen

Durante años, los autores del presente trabajo hemos practicado diversos métodos para fomentar el aprendizaje activo de los estudiantes a partir de la resolución de problemas, tanto en clase como fuera de ella. Los últimos cuatro cursos hemos utilizado en clase de problemas de la asignatura una metodología que consiste en encargar a los estudiantes cada semana que resuelvan un pequeño conjunto de problemas que trabajarán en clase la semana siguiente. En clase, los juntamos en equipos de tres o cuatro personas, que discuten sus respectivas soluciones y entregan una solución de consenso al final de la clase. Esta solución se les devuelve corregida en la siguiente clase.

Los resultados recopilados durante estos cuatro cursos prueban que asistir y participar activamente en clase ayuda mucho en el aprendizaje, y que trabajar y pensar los problemas antes de ir, ayuda aún más, ya que permite aprovechar mejor las clases.

En estos cuatro años, el 78% de los estudiantes que realizaron al menos el 90% de los problemas aprobaron la asignatura por controles, sin necesidad de realizar el examen final, mientras que el 64% de los estudiantes que realizaron menos del 50% de los problemas no consiguieron superar la asignatura.

### Abstract

For years, the authors of this work have tried several approaches to promote active learning among our students by means of problem solving, both as homework and in class. During the last four courses we have used in our practice classes a methodology based on assigning, each week, the students a few problems to solve at home. Those same problems are later worked by the students in class, in groups of 3 or 4 persons that discuss their particular solutions and deliver a single consensus solution to the professor. The professor returns this group solution properly corrected in next theory class.

The results collected during these four courses show that attending and actively participating in class helps significantly in the learning process and that working

and thinking the problems at home in advance helps even more since the students take better advantage of the classes. For instance, 78% percent of the students that prepared at least 90% of the problems assigned passed the course by continuous evaluation without requiring a final exam, while 64% of the students that prepared less than 50% of the problems assigned failed to pass the course.

### Palabras clave

Aprendizaje activo, ABP, aprendizaje basado en problemas, resolución de problemas.

### 1. Introducción

Como profesores, en nuestras clases desarrollamos diferentes tipos de actividades en las que participan profesor y estudiantes, pero no en todas las actividades el grado de participación de los actores es el mismo. Por ejemplo, en las clases puramente magistrales la participación del profesor es casi absoluta, mientras que la de los estudiantes es marginal. En el estudio individual del estudiante, por el contrario, lo marginal es la participación del profesor, que se limita a resolver las dudas que hayan podido surgir al estudiante durante su estudio (aunque la resolución de dudas podría ser considerada una actividad diferente, por lo que la participación del profesor es aún más marginal).

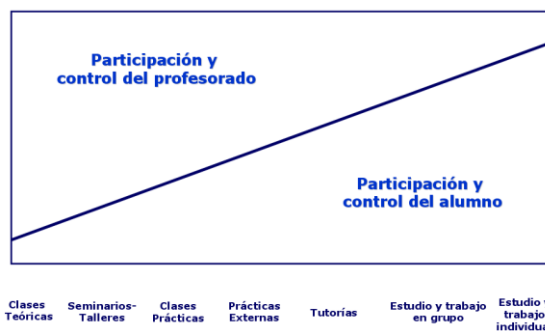


Figura 1: Grado de participación de profesor y estudiantes en diferentes actividades de aprendizaje.

En la Figura 1 se presentan, a modo de ejemplo, el grado de participación de profesores y alumnos en diferentes actividades de aprendizaje.

Por otro lado, es de sobras conocido que la capacidad de retención de información, y por lo tanto de aprendizaje, depende del tipo de actividad realizada. Así, Lang y McBeath prueban en [6] que la actividad que más retención de información, y por ende aprendizaje, produce, es enseñar a otros, mientras que, por el contrario, asistir a una clase magistral produce una retención de información de apenas el 5% (aunque en algunos casos puntuales puede llegar hasta el 15%). Es decir, al cabo de un cierto (corto) tiempo, el alumno recuerda sólo un 5% de lo que escuchó en la clase magistral. La figura 2 muestra el nivel de retención de información para diferentes actividades de aprendizaje según Lang y McBeath.

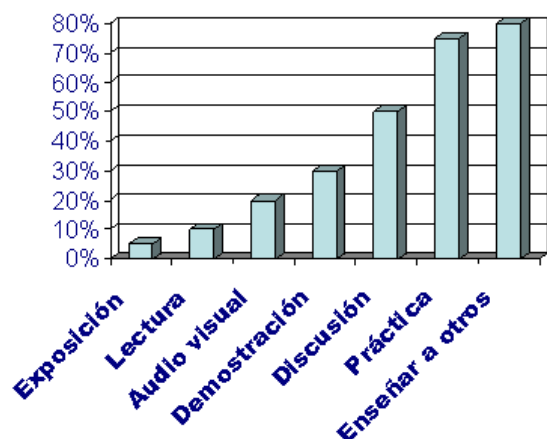


Figura 2: Nivel de retención de información para diferentes actividades de aprendizaje.

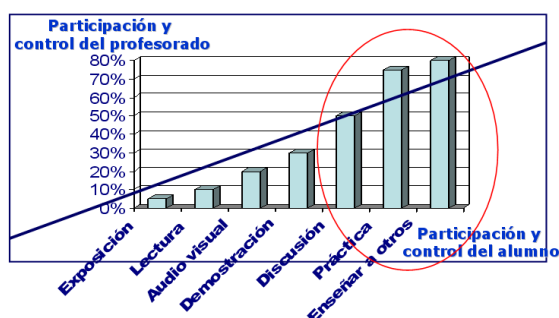


Figura 3: Comparativa entre participación del estudiante en actividades y nivel de retención de información.

Si comparamos las figuras 1 y 2 vemos que las actividades en las que hay mayor participación del estudiante son precisamente las que producen mayor nivel de aprendizaje, como se muestra en la figura 3.

Conscientes de que el grado de aprendizaje de los estudiantes mejora cuanto más se involucran en las actividades que realizan para aprender, los autores de este trabajo llevamos años probando sistemas para conseguir que nuestros estudiantes resuelvan semanalmente los problemas que les sugerimos en clase, de forma que alcancen un aprendizaje profundo de los conceptos trabajados en las clases más teóricas, en las que tienen menor participación.

En este artículo describimos los diferentes métodos que hemos desarrollado para conseguirlo y el método que usamos actualmente. Los resultados que hemos obtenido prueban no sólo que un alto porcentaje de nuestros estudiantes hace por fin los problemas que se les encarga, sino que existe una correlación directa entre la cantidad de problemas que resuelven y la probabilidad de aprobar la asignatura.

El resto del artículo se organiza del siguiente modo: en el apartado 2 describimos los diferentes métodos que hemos ensayado los últimos años para conseguir que nuestros estudiantes resuelvan los problemas, el apartado 3 describe el método que usamos actualmente, los resultados obtenidos se presentan en el apartado 4 y, finalmente, el apartado 5 concluye el trabajo.

## 2. El aprendizaje activo en clase de problemas

El nombre de la asignatura que impartimos no es relevante para las ideas presentadas en este artículo. Podría tratarse de una asignatura de arquitectura de computadores, inteligencia artificial, programación, sistemas operativos o cualquier otra disciplina de la ingeniería informática.

En la asignatura hay tres tipos de clases diferenciadas: teoría, problemas y laboratorio. Históricamente, en esta asignatura siempre se ha intentado fomentar un aprendizaje activo en todos los tipos de clases, con resultados desiguales que han guiado la evolución de la metodología docente empleada.

Lo que sí es relevante para el artículo es el método de evaluación. Existe la posibilidad de aprobar la asignatura mediante evaluación continua, sin necesidad de asistir al examen final. Para ello, durante el curso se hacen tres controles que valen respectivamente  $1/6$ ,  $1/3$  y  $1/2$  de la nota final de teoría. Los controles valen el 80% de la nota final, y el 20% restante sale de la nota de laboratorio. Los controles no liberan materia, de forma que en cada control se puede preguntar todo lo visto en la asignatura hasta ese momento. Los controles suelen estar formados por tres o cuatro problemas, algunos de ellos con contenido teórico, similares a los que los estudiantes discuten durante el curso en clase de problemas. El estudiante dispone de dos horas para resolver cada control.

Las clases de laboratorio se basan en prácticas realizadas en parejas de una hora de duración. Aunque la duración de las prácticas no es excesiva (dos horas permitiría realizar tareas de mayor envergadura), las sesiones de una hora permiten que la cadencia de las prácticas sea semanal, fomentando el trabajo continuado y que el alumno acumule conocimientos sin tener que “volver a empezar” cada dos semanas.

Con la idea de fomentar el trabajo activo, todas las sesiones de prácticas están estructuradas de la misma forma: los alumnos disponen con antelación suficiente (generalmente desde principio de curso) del enunciado de la práctica, que incluye un estudio previo que deben presentar manuscrito al entrar en el laboratorio. Para fomentar que realicen el trabajo previo, los datos de las prácticas cambian cada cuatrimestre y presentar el trabajo previo es requisito imprescindible para poder realizar la práctica.

Durante la hora de prácticas, los alumnos deben probar y corregir el trabajo realizado en el estudio previo, desarrollar el trabajo específico de la práctica y presentar un informe final que el profesor de prácticas evaluará con la ayuda de preguntas individuales realizadas a ambos miembros del grupo (la nota de laboratorio es individual). Esta evaluación es subjetiva por parte del profesor, tal como se propone en [1], es decir, el profesor pone la nota a cada alumno en función del trabajo que éste ha desarrollado en la clase de laboratorio y de la calidad del trabajo previo. En algunas prácticas se usa el informe que el grupo entrega al acabar la práctica (o unos días después).

La nota final de laboratorio es directamente la media de las notas de todas las clases de laboratorio. De esta forma los alumnos perciben que todas las clases son importantes, ya que no existe examen final de laboratorio.

Actualmente, las clases de teoría las imparte el profesor usando transparencias. Todos los grupos de la asignatura usan las mismas transparencias y dedican el mismo tiempo en clase a cada tema. Finalmente, en la hora de problemas, históricamente, el profesor resolvía problemas en la pizarra y aclaraba dudas.

Aprovechando el diseño de un nuevo plan de estudios en el marco del EEES, decidimos cambiar la organización de la asignatura, que hasta el momento tenía los tres tipos de clase mencionados: teoría, problemas y laboratorio. Los grupos de teoría eran muy grandes y se dividían en dos para hacer problemas, y en cuatro para hacer laboratorio. Con la nueva organización, en el marco del EEES, los grupos eran más reducidos, lo que nos permitió juntar las clases de teoría y problemas (ya no hacía falta dividir la clase en dos) para hacer problemas cuando el temario lo requiriese, y no cuando lo indicase el horario de la asignatura.

Durante un tiempo intentamos intercalar en las transparencias problemas sencillos de aplicación

directa (nivel 1 de la taxonomía de Bloom) para fomentar el aprendizaje activo. La ventaja de este método es que las clases magistrales se interrumpen cada diez o quince minutos para hacer un problema, lo que ayuda a que los alumnos mantengan la atención durante toda la clase. Sin embargo, este método no acabó de funcionar satisfactoriamente, desde nuestro punto de vista, por dos razones:

- no se puede ir más allá del nivel 1 de la taxonomía de Bloom en estos problemas sencillos, ya que se puede dedicar poco tiempo a ellos en clase y el objetivo de estos problemas es asentar conceptos acabados de explicar,
- muchos estudiantes decidían esperar a la corrección del profesor en lugar de realizar los problemas por sí mismos, por lo que no asentaban correctamente los conocimientos recién adquiridos.

Para paliar estos efectos, intentamos aplicar el uso de mandos interactivos [3] lo que, efectivamente, aumentó la participación. Aun así, la solución no fue tan efectiva como nos hubiera gustado, pues el uso de estos mandos limita la capacidad de respuesta de los alumnos a la elección entre un grupo de alternativas (prácticamente obliga a usar el tipo test).

Esta metodología docente mantenía algunos de los problemas ya observados al hacer ejercicios intercalados con la teoría. Teníamos dos opciones:

- Una alternativa era limitar los problemas a resolver ejercicios sencillos y relativamente rápidos ya que el uso de los mandos interactivos tiene un coste en tiempo añadido debido a la necesidad de repartirlos al principio de la clase y recogerlos al final. Esto podría evitarse si cada estudiante dispusiese de su propio mando desde el momento de su primera matrícula como sucede en algunas universidades americanas, pero no es la filosofía de nuestro centro. Con este sistema no podíamos, por tanto, alcanzar los niveles de comprensión y aplicación de la taxonomía de Bloom.
- La otra alternativa era dedicar mucho tiempo a permitir que los alumnos hicieran los problemas por su cuenta, con lo que se resolvían muy pocos problemas para la cantidad de contenidos de la asignatura y dedicaban en clase tiempo que podrían dedicar por su cuenta fuera de clase, desperdiciando a menudo la posible interacción con el profesor.

Así pues, decidimos volver a clases de teoría y problemas separadas, lo que nos permitía hacer una planificación más o menos estática del curso para distribuir, durante las clases de teoría “puras”, todos los conceptos de la asignatura. Esto facilitaba que todos los grupos de la asignatura avanzasen de forma bastante simultánea. Sin embargo, todavía debíamos

resolver el problema de implementar unas clases de problemas que implicaran aprendizaje activo. En el pasado ya habíamos ensayado diferentes métodos para conseguir que los estudiantes resolvieran los problemas por su cuenta (no copiasen la solución del profesor o, directamente, de alguna colección colgada en la red). Evidentemente, limitar la clase de problemas a que el profesor los resolviera en la pizarra no funcionaba en absoluto para ese fin, aún avisando con antelación de los problemas que se iban a resolver.

Una de las primeras soluciones probadas fue escoger para cada problema a un estudiante que resolvía el problema en la pizarra con la ayuda (o la interferencia, según el caso) de sus compañeros. El problema de este método radica en que su éxito está supeditado a la correcta elección del alumno que va a resolver el problema. Si el alumno había hecho una solución perfecta, no se generaba ninguna discusión y, si por el contrario, había hecho una solución totalmente incorrecta (o ninguna en absoluto) era muy difícil guiarle para que resolviera el problema en un tiempo razonable. Así pues, para escoger bien al estudiante había que mirar las soluciones de todos, pero eso sólo podía hacerse si el estudiante ya traía los problemas resueltos de casa (la cantidad de contenidos de la asignatura no permite dar a los alumnos tiempo en clase para resolver una cantidad suficiente de problemas significativos de un grado de profundidad más allá del nivel de conocimiento). La única forma de conseguir que el estudiante trajera los problemas resueltos en esta situación era, o bien premiarles por ello (puntuar los problemas resueltos para mejorar la nota de la asignatura) o bien castigarles (penalizarles la nota final si no los traían resueltos). Independientemente del hecho de que el sistema no era práctico, ya que implicaba corregir (o al menos mirar) todos los problemas de todos los alumnos cada semana, el efecto conseguido se limitaba a asegurar que los alumnos tenían una copia del problema resuelto antes de entrar a clase. Enseguida percibían que era muy difícil que de entre toda la clase les tocara justamente a ellos salir a la pizarra, y esta era la única situación donde realmente debían demostrar que lo habían hecho.

En la literatura existen muchas experiencias, sobre todo en el ámbito técnico, que es el que nos ocupa, que demuestran una alta correlación entre la cantidad de problemas resueltos de una asignatura y las notas finales de la misma. Sin embargo también numerosos estudios [7] ponen de manifiesto que los estudiantes tienen tendencia a no realizar un seguimiento adecuado de los problemas de la asignatura, bien por desidia o bien porque ante una serie de trabajos a realizar siempre perciben como los más importantes aquellos que conducen directamente a la obtención de una nota. Incluso cuando se les plantea la posibilidad de obtener la corrección de los problemas de forma automática (sin contar para la nota), la cantidad de

problemas que resuelven de forma efectiva no es tan alta como sería deseable [4,7].

Por si esto fuera poco, también se ha demostrado que resulta vital que los alumnos obtengan una realimentación de los problemas que realizan para que el proceso de aprendizaje resulte efectivo [2]. Este tipo de realimentación debe ser individual y rápida [5], y esto no es fácil de conseguir cuando se dispone de clases llenas de alumnos y pocas horas de problemas, e incluso de poco tiempo para realizar las tareas de corrección.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, hace tres años que pusimos en práctica un método para conseguir que los estudiantes realizasen semanalmente un conjunto de problemas fuera de clase y lo discutiesen durante las clases de problemas. El método se describe en la próxima sección.

### 3. Nuestra propuesta

La propuesta que aquí se describe se ha realizado con el soporte de la escuela donde se imparte. Aunque los requisitos no son excesivos, sí que es vital que los grupos-clase no sean excesivamente numerosos, de forma que se pueda realizar un trabajo relativamente personalizado y el trabajo del profesor fuera del aula se mantenga dentro de unos límites razonables. Además, el aula donde se realiza la clase debe permitir remodelarse con facilidad para el trabajo de los alumnos en pequeños grupos.

El primer paso para realizar esta actividad consiste en avisar con tiempo suficiente (generalmente en la clase de teoría de la semana anterior) de los problemas que deberán realizar los alumnos en su casa. Es importante que los problemas estén bien definidos; por ello, deben cumplir los siguientes requisitos:

- Deben ser problemas relacionados con la teoría reciente.
- Su dificultad y extensión debe permitir discutir las dudas que generen en una hora (es decir, un alumno debería ser capaz de resolverlos empleando entre 1 y 3 horas).
- Deben cubrir los objetivos de aprendizaje del curso.
- Idealmente, además, deben ser problemas relacionados con la realidad, que “enganchen” a los alumnos a la materia.

Los alumnos deben llegar a la clase con los problemas resueltos. Habitualmente trabajan en grupos fijos (o que cambian sólo una vez o dos a lo largo del curso), de forma que tan pronto llegan a clase se agrupan y empiezan a discutir entre ellos la solución que han elaborado individualmente (de hecho cuando el profesor llega a clase, la mayoría de las veces los alumnos ya han formado los grupos y han comenzado a debatir, lo que demuestra su motivación). Los grupos son idealmente de tres personas y se forman al

principio del curso al azar (los crea el profesor) y, si es necesario, se ajustan si algún alumno falta reiteradamente dejando alumnos “huérfanos”. En caso de clases muy numerosas, los grupos pueden ajustarse al alza hasta cuatro o, como mucho, cinco integrantes (grupos más numerosos no funcionan bien).

Durante los primeros cinco minutos de la clase, el profesor realiza una inspección rápida para detectar si algún estudiante no ha hecho los problemas. Este alumno no puede discutir los resultados con sus compañeros, ya que no ha trabajado los problemas, así que es apartado del grupo y se le sienta aparte para que pueda resolver los problemas sólo. Esta situación es interpretada por los alumnos como un castigo, de forma que no suele repetirse. Si un alumno no hace los problemas con anterioridad, simplemente no viene a clase. De hecho se les avisa de que es preferible que no vengán si no han hecho el trabajo que se les ha pedido.

Una vez los alumnos están agrupados, uno de ellos (el responsable del grupo, que puede cambiar) se encarga de anotar en un papel cuántos de sus compañeros han venido y qué problemas ha hecho cada uno. En nuestra implementación de la clase, el responsable debe firmar la hoja de problemas resueltos y, aunque en realidad esta hoja no tiene mucho efecto en la nota y el profesor no suele comprobar su contenido, los alumnos se toman la tarea con mucha seriedad y no se ha detectado que mientan en los resultados.

Durante la hora de problemas, los alumnos discuten las soluciones que han realizado individualmente y cada grupo elabora una solución común. Los profesores de la asignatura, durante esa hora, se limitan a realizar una labor de asesoría, desencallando las discusiones que se atascan y aclarando conceptos que nadie del grupo comprende realmente, pero en ningún momento resuelven los problemas. Al finalizar la hora de problemas, el responsable de cada grupo entrega al profesor una única solución de cada problema que el grupo ha elaborado conjuntamente.

Una vez ha finalizado la clase, la tarea del profesor comienza de verdad. Debe corregir todos los problemas que le han entregado (idealmente antes de la siguiente clase de teoría), indicando claramente los fallos cometidos por cada grupo. Durante la siguiente clase de teoría, el profesor devuelve al responsable del grupo la hoja de resultados corregida y, si un porcentaje alto de la clase ha cometido los mismos errores en algún problema, el profesor comenta dónde está el error y puede llegar a resolver algún apartado individual, pero en ningún caso resuelve los problemas de forma completa. Nunca se dedican más de cinco minutos a comentar los problemas de la clase anterior (no ha sido necesario en tres años).

El trabajo del profesor para corregir los problemas no es excesivo. Un grupo de 45 alumnos (el tamaño normal de los grupos de nuestra asignatura) entregará

idealmente 15 soluciones. La gran ventaja del sistema es que la mayoría de las soluciones son correctas, de forma que tan solo suele ser necesario corregir los últimos apartados de los problemas (que siempre son los más complicados). Entre cinco y diez minutos por solución entregada son suficientes para poder corregir las soluciones con una realimentación adecuada.

El trabajo continuado en clase de problemas tiene una recompensa práctica a final de curso: aquellos alumnos que superan la evaluación continuada reciben una nota extra en función del volumen de problemas resueltos en casa indicado por el responsable de cada grupo. El incremento de nota sólo se aplica a los alumnos que ya están aprobados, y en ningún caso sirve para aprobar la asignatura a un estudiante que ha suspendido la evaluación continua. Esto se hace así porque, por un lado, se busca ofrecer una recompensa que gratifique a los alumnos que trabajan para motivarles pero, por otro, no queremos ofrecer una gratificación que les incentive a copiar los problemas. Con este sistema, los alumnos perciben que si copian suspenderán igual (entregar problemas resueltos no ayuda a aprobar) de forma que, o bien hacen la actividad para aprender, o simplemente no vienen a clase. La experiencia nos muestra que el sistema funciona sin necesidad de ninguna otra gratificación adicional.

A continuación se muestra una lista resumen con los pasos de la actividad:

1. Se propone semanalmente una lista de 2-3 problemas que el alumno debe resolver individualmente en 1-3 horas.
2. Los alumnos que llegan con los problemas resueltos se juntan en grupos de 3 ó 4 para discutir los problemas. Ellos mismos llevan el control de cuántos problemas resuelven cada clase.
3. Durante las discusiones el profesor actúa de “consultor”, resolviendo dudas pero nunca los problemas.
4. Cada grupo de alumnos acaba elaborando una solución común, que entrega al profesor.
5. Fuera de clase, el profesor corrige las soluciones de todos los grupos.
6. En la siguiente clase de teoría, el profesor comenta los errores comunes, si los hubiera, y devuelve los problemas corregidos.
7. Al final de curso, los alumnos que han aprobado reciben una subida de la nota a modo de “gratificación”.

En la Sección 4 se explican los resultados obtenidos con esta metodología los cuatro últimos cursos.

## 4. Resultados

Para analizar el impacto de la asistencia y el trabajo de los alumnos antes y durante las clases de problemas, se han acumulado datos durante 4 cursos para un total de 403 alumnos.

Durante estos 4 cursos la asistencia media ha sido del 72%, considerando tanto aquellos alumnos que no han asistido en todo el curso como aquellos que asisten regularmente, aunque se salten alguna clase de vez en cuando. En total han hecho, con anterioridad a las clases, el 58% de los problemas que se les ha propuesto. A los alumnos que no han asistido los hemos contabilizado igualmente con 0 problemas hechos. El hecho de que el número de problemas hechos en casa sea inferior a la asistencia no se debe, en general, a que los alumnos asistan sin trabajar previamente, sino más bien a que no siempre hacen todos los problemas propuestos.

El 36% de los alumnos ha aprobado la nota de teoría (T) por evaluación continua (media ponderada de los 3 controles que representa en total el 80% de la nota final). Una vez hecha la media con el laboratorio (20% de la nota), el número de aprobados se eleva al 47%. Una vez revisadas las notas, especialmente casos límite como 4,9, el total de aprobados oficiales por evaluación continua se eleva al 55%. Finalmente, una vez hecho el examen final de recuperación (al que sólo asisten los alumnos que no han aprobado por evaluación continua), la cifra de aprobados se eleva al 77,5% de los alumnos, con una nota media de 5,6.

Los resultados académicos han sido analizados con detalle en función de la asistencia de los estudiantes a clase y de los problemas resueltos. La figura 4 muestra la distribución de los alumnos según su índice de actividad. El eje horizontal representa el índice de actividad, donde 20 se corresponde al conjunto de los alumnos que han realizado entre el 0% y el 20% de asistencias/problemas, 40 indicaría al conjunto de los alumnos que han realizado entre 20% y 40% de asistencias/problemas y así sucesivamente. En rojo se

presenta el número de alumnos distribuidos según la asistencia a clase de problemas (num A), y en azul el número de alumnos distribuidos según los problemas resueltos de forma individual antes de la clase de problemas (num P). Nótese que ambos valores, asistencias y problemas, están fuertemente correlacionados, ya que a un alumno que no asiste a clase tampoco se le contabilizan los problemas, y un alumno que ha hecho el 100% de los problemas necesariamente ha asistido al 100% de las clases. La asignatura está diseñada pensando en que los alumnos harán el 100% de los problemas que se les proponen.

Dado que los problemas resueltos se corresponden con el tipo de ejercicios que aparecen en los controles, es de esperar que haya cierta relación entre el índice de actividad de los alumnos y sus resultados académicos respecto a la nota de teoría (T). La figura 5 muestra el porcentaje de aprobados de teoría en función de la asistencia T(A) y en función de los problemas hechos T(P). En la figura puede verse claramente la fuerte relación entre la asistencia T(A) de los alumnos y el porcentaje de aprobados; esta relación es aún mayor cuando se hace en función de los problemas resueltos individualmente T(P), lo que nos lleva a la conclusión de que *asistir y participar activamente en clase ayuda mucho en el aprendizaje* y que *trabajar y pensar los problemas antes de ir a clase ayuda aún más*, ya que permite aprovechar mejor las clases.

La figura 6 muestra la nota media de teoría también en función de la asistencia T(A) y de los problemas resueltos individualmente T(P). Nuevamente se puede ver la fuerte relación entre el índice de actividad y la nota media de cada grupo. Nótese que sólo los alumnos que hacen entre el 80 y el 100% de los problemas

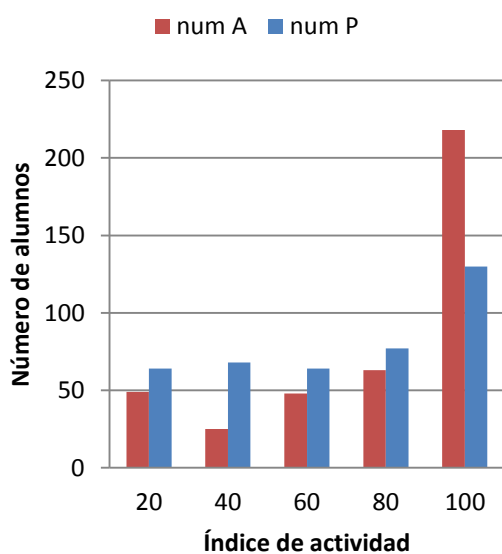


Figura 4: Distribución de los alumnos según el índice de actividad.

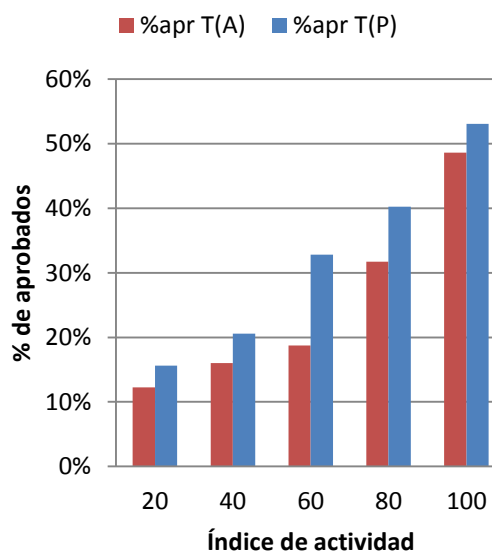


Figura 5: Aprobados de teoría T según la asistencia T(A) y según los problemas resueltos T(P).

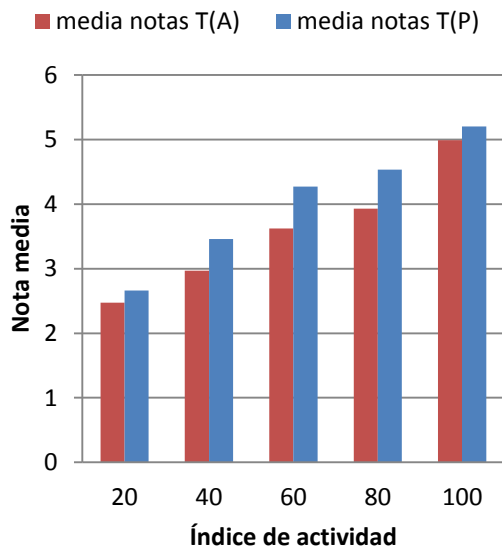


Figura 6: Nota media de teoría T según la asistencia T(A) y según los problemas resueltos T(P).

tienen una nota media de teoría superior a 5 sobre 10 (recordemos que la asignatura está diseñada asumiendo que harán el 100%).

Dado que la teoría representa el 80% de la nota por evaluación continua, a continuación mostramos los resultados académicos (en función de los problemas hechos) en distintas fases de la evaluación: nota de teoría T(P), nota media con laboratorio M(P), nota de evaluación continua una vez revisados los casos límite EC(P) (se corresponde a las notas oficiales publicadas) y, finalmente, la nota una vez hecho el

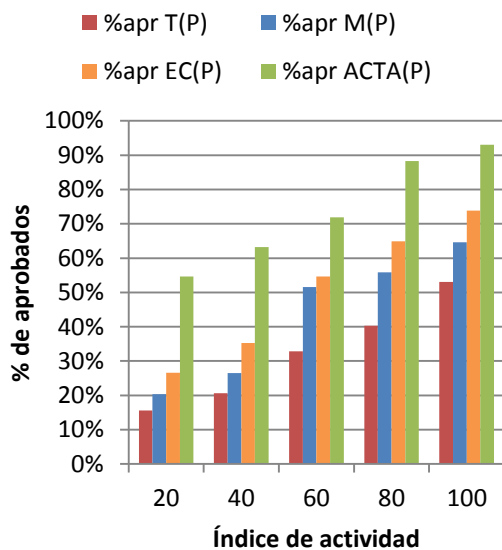


Figura 7: Porcentaje de aprobados en distintas fases de evaluación en función de los problemas hechos.

examen final de recuperación ACTA(P), que se corresponde a las notas que aparecen en el acta de la asignatura.

Las figuras 7 y 8 muestran respectivamente el porcentaje de aprobados y la nota media (sobre 10) en función de los problemas resueltos individualmente para cada una de estas fases. Como puede verse, en general se mantiene la tendencia observada, debido a que la actividad de los alumnos influye (como hemos visto anteriormente) en la nota de teoría, y esta es un factor determinante en la nota final.

Respecto al laboratorio, hemos observado una muy escasa relación entre la actividad en problemas y los resultados de laboratorio, salvo unos pocos estudiantes con resultados académicos muy bajos que suponemos que han abandonado el curso. Por eso, la nota media M(P) una vez tenido en cuenta el laboratorio no crece proporcionalmente a la actividad.

En cuanto a las notas por evaluación continua publicadas, puede verse en la figura 8 un incremento notable en la nota media en la columna 100 (entre 80% y 100% de problemas hechos). Esto se debe a que los alumnos que han aprobado obtienen un pequeño incremento de la nota como premio por su actividad.

Finalmente, nos ha sorprendido que las notas del examen final de recuperación no guarden absolutamente ninguna relación con la actividad en clase. No mostramos la gráfica con solo el resultado del final, ya que consideramos que es de escaso interés para el lector el ver una nube de ruido blanco. Una posible explicación a esto es que los alumnos que van al examen final son precisamente los que no han aprovechado las clases de problemas. Sin embargo, en las figuras 7 y 8 puede observarse que son precisamente

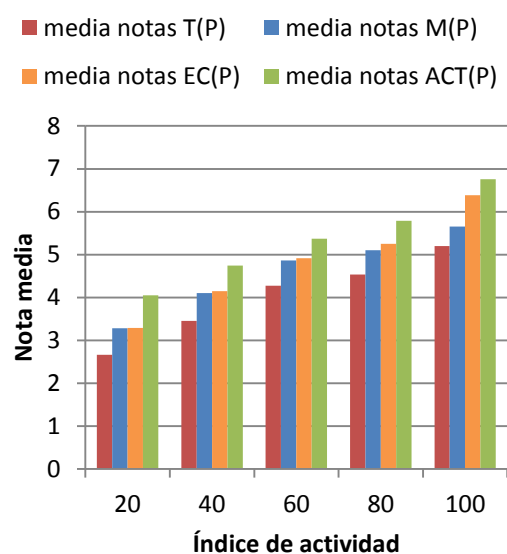


Figura 8: Notas medias en distintas fases de evaluación en función de los problemas hechos.



los alumnos con menor actividad los que, proporcionalmente, se benefician más de este examen final de recuperación. Entre las posibles explicaciones está el hecho de que un solo examen no es tan preciso para medir el aprendizaje de los alumnos como lo puedan ser 3 controles, o el hecho de que haya alumnos que, por diversos motivos, no dedican tiempo a esta asignatura durante el curso, pero realizan un gran esfuerzo intensivo antes del examen de recuperación.

A nivel cualitativo, se ha observado una alta implicación y participación activa de los alumnos que asisten las clases de problemas, independientemente de que éstos hayan hecho o no los problemas con anterioridad. La sensación de los profesores es que los alumnos se plantean dudas y se enzarzan en discusiones que de otra forma no tendrían. También tenemos la sensación de que el que haya que hacer los problemas en casa antes de las clases de problemas influye en una menor asistencia de los alumnos a clase, ya que algunos dejan de asistir si no han trabajado con anterioridad. El trabajo requerido por otras asignaturas influye en este aspecto particular, y se nota sobre todo hacia el final del curso.

Desde el punto de vista de los alumnos, los que asisten a clase reconocen que de esta forma aprenden mucho y que se ven obligados a trabajar todo el curso. A pesar de ello, cuando tienen la ocasión siguen prefiriendo clases en que ellos tienen una actitud pasiva y el profesor hace el trabajo activo.

Como resumen, y sobre todo como moraleja para nuestros alumnos futuros, podríamos concluir que en estos 4 cursos el 77% de los estudiantes con actividad razonablemente alta (entre el 80% y el 100% de problemas hechos) han aprobado por evaluación continua, mientras que entre los estudiantes con una muy baja actividad este número se reduce al 27%.

Como conclusión final, el 78% de los estudiantes que realizaron al menos el 90% de los problemas aprobaron la asignatura por controles, sin necesidad de realizar el examen final, mientras que el 64% de los estudiantes que realizaron menos del 50% de los problemas no consiguieron superar la asignatura.

Finalmente nos gustaría comentar, como dato curioso, que el primer cuatrimestre que se impartió la asignatura, entre los estudiantes que realizaron el 100% de los problemas hubo una tasa del 100% de aprobados por evaluación continua, hecho que nunca ha vuelto a repetirse. Si bien es cierto que se trata de una singularidad estadística, hay un factor que no debemos olvidar. Los estudiantes del primer año no tenían a su disposición los ejercicios resueltos por compañeros suyos de otros cursos, lo que les obligaba a trabajar a todos y a estudiar para aprender, no para aprobar, ya que no tenían referencia alguna de cómo sería el examen. El resto de cursos tenemos constancia que algunos alumnos, a los que les hemos contabilizado problemas como hechos, no habían hecho los

problemas realmente, sino que se habían limitado a copiarlos de cursos anteriores, hecho que disminuye la eficacia de esta metodología docente. Aun así, es preferible esto a que no vengan a clase, ya que al menos participan activamente en las discusiones del grupo y hacen un esfuerzo por entender “su propia solución”, con lo que algo aprenden.

## 5. Conclusiones

En este artículo hemos presentado una metodología docente para conseguir que los alumnos resuelvan en casa los problemas de la asignatura. Los alumnos trabajan individualmente los problemas propuestos por el profesor y en clase de problemas discuten sus soluciones en grupos reducidos. Al final de la clase, cada grupo entrega una solución consensuada que es corregida y devuelta por el profesor en la siguiente clase. Los resultados obtenidos muestran una gran correlación entre el número de problemas resueltos en casa y la nota final del alumno en la asignatura, lo que prueba la eficacia de la metodología propuesta.

## Referencias

- [1] Agustín Fernández, Josep Llosa y Fermín Sánchez, “Estrategias para el diseño de laboratorios orientados al aprendizaje continuo”. Actas de las JENUI 2008, pp. 189-196. 2008.
- [2] Black, P. Wiliam, D. “Assessment and Classroom Learning”. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, vol. 5 núm. 1, pp. 7-74. Enero 1998.
- [3] Carlos Álvarez y Josep Llosa, “Uso de mandos interactivos para la evaluación formativa con feedback rápido”. *ReVisión*, Vol 3, No 2, 2010.
- [4] Daniel Jiménez-González, Carlos Álvarez, David López, Joan M. Parcerisa, Javier Alonso, Christian Pérez, Ruben Tous, Pere Barlet, Montse Fernández, Jordi Tubella. “Work in Progress - Improving Feedback Using an Automatic Assessment Tool”. (FIE 2008) the 38th Annual Frontiers in Education Conference, Saratoga Springs, NY, USA. October 22-25, 2008.
- [5] Gibbs, G., Simpson, C. “Conditions Under Which Assessment Supports Students’ Learning”. *Learning and Teaching in Higher Education*, vol. 1 núm. 1, pp. 3-31. 2005.
- [6] Hellmut R. Lang, Arthur McBeath. *Fundamental principles and practices of teaching: A practical theory-based approach to planning and instruction*. Fort Worth: HBJ-Holt, 2003.
- [7] Jordi Petit y Salvador Roure, “Programación-1: Una asignatura orientada a la resolución de problemas”. Actas de las JENUI 2009, pp. 151-158. 2009.