

Estrategias para el diseño de laboratorios orientados al aprendizaje continuo

Agustín Fernández, Josep Llosa y Fermín Sánchez

Dpto. de Arquitectura de Computadores

Universitat Politècnica de Catalunya

Mòdul C6-D6 Campus Nord, c/ Jordi Girona 1-3, Barcelona

{agustin, josepll, fermin}@ac.upc.edu

Resumen

Trabajar regularmente es beneficioso para el aprendizaje. Una de las herramientas que existen para fomentar el trabajo regular son las clases de laboratorio.

En este artículo presentamos una estrategia para diseñar prácticas orientadas al aprendizaje continuo en asignaturas en las que la misión fundamental del laboratorio es reforzar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. Los puntos básicos de esta estrategia son: (a) las sesiones de laboratorio han de tener una periodicidad, como mínimo, semanal; (b) deben estar perfectamente sincronizadas con la teoría y (c) el alumno debe estar motivado para realizarlas. Los dos primeros puntos están relacionados con el diseño de la asignatura. El punto (c), además, está directamente relacionado con el método de evaluación y con la actitud del profesor durante las sesiones de laboratorio.

Con la metodología propuesta, el seguimiento de las prácticas no requiere un gran esfuerzo por parte del profesor una vez han sido diseñadas.

Los resultados obtenidos en las asignaturas en las que se ha aplicado la metodología descrita indican que existe una alta correlación entre las notas de laboratorio y las de teoría/problemas, lo que muestra que el método propuesto es beneficioso para el aprendizaje.

1. Introducción

Los actuales planes de estudios de Ingeniería Informática se centran en la enseñanza (no aprendizaje) de distintos aspectos tecnológicos relacionados con la informática, con el objetivo de dotar al estudiante de las competencias técnicas necesarias para ejercer la profesión. La adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) hará que los nuevos planes de estudios sean distintos de los actuales, ya que además de

las competencias técnicas fomentarán el desarrollo de competencias transversales. El currículo se diseñará a partir de las competencias profesionales que se esperan en el egresado [1,2].

Las asignaturas de los nuevos planes de estudios deberán usar, además de los tradicionales, métodos pedagógicos innovadores que permitan a los estudiantes conseguir tanto las competencias técnicas como las transversales. La elaboración y desarrollo de prácticas de laboratorio orientadas a conseguir estos objetivos es fundamental, dado el carácter eminentemente práctico de la titulación de Grado en Ingeniería Informática.

Una de las claves del EEES es el uso de metodologías que permitan el aprendizaje continuo del estudiante, y las prácticas de laboratorio son sin duda uno de los instrumentos más eficaces para conseguirlo.

Las prácticas de laboratorio permiten incidir de forma específica sobre los siete principios que definen la docencia de calidad [3]:

- Estimular el contacto entre profesores y alumnos
- Estimular la cooperación entre alumnos
- Estimular el aprendizaje activo
- Proporcionar *feedback* a tiempo
- Dedicar tiempo a las tareas más relevantes
- Comunicar expectativas elevadas a los alumnos
- Respetar los diferentes talentos y formas de aprendizaje

Unas prácticas de laboratorio que no cumplan la mayoría de estos principios están, sin duda, mal diseñadas.

Las asignaturas actuales presentan una acumulación de trabajo para el estudiante hacia el final del curso. Se han de diseñar las nuevas asignaturas para que el esfuerzo del estudiante esté bien balanceado a lo largo del curso. Unas prácticas de laboratorio que fomenten el trabajo

continuado contribuyen, sin duda, a conseguir este objetivo primordial.

Un aspecto básico del proceso de aprendizaje es la definición de la forma y criterios de evaluación del estudiante. El nuevo paradigma educativo obliga al alumno a llevar las asignaturas al día y a participar más en su propio proceso de aprendizaje. Es preciso fomentar la cultura del esfuerzo y de la participación y conseguir que el estudiante entienda que él es el principal responsable de su propio aprendizaje, que debe trabajar de forma continuada desde el primer día de clase y que no es posible aprobar haciendo una *sprint* final. Unas prácticas de laboratorio bien diseñadas, bien coordinadas con el resto de la asignatura y, sobre todo, con un método de evaluación que fomente el trabajo continuado, son también fundamentales para conseguir este objetivo.

En este artículo presentamos una estrategia para desarrollar prácticas de laboratorio que cumplan con todos los criterios anteriormente especificados. Un laboratorio de prácticas diseñadas según las recomendaciones realizadas en este artículo cumplirá los siete principios básicos de calidad [3] (o la mayoría de ellos) y contribuirá al trabajo continuado del estudiante, lo que permitirá al estudiante un aprendizaje continuo de calidad.

Ejemplos de asignaturas en las que se ha aplicado la metodología propuesta en este trabajo se pueden encontrar en [4] y [5].

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: En la Sección 2 se discute cómo fomentar el trabajo continuo mediante las prácticas de laboratorio. La Sección 3 presenta las implicaciones que tiene, tanto para el alumno como para el profesor, fomentar el trabajo continuo. En la Sección 4 se presenta un ejemplo de aplicación de la metodología descrita a una asignatura. La Sección 5 presenta algunos resultados interesantes que demuestran, a nuestro juicio, que la estrategia propuesta es válida y cumple los objetivos definidos. Finalmente, en la Sección 6 se presentan las conclusiones.

2. Cómo fomentar el trabajo continuo con prácticas de laboratorio

Tal como se ha comentado en la sección anterior, trabajar regularmente es beneficioso para el aprendizaje. Una de las herramientas que existen para fomentar el trabajo regular son las clases de laboratorio.

En esta sección presentamos una estrategia para diseñar prácticas orientadas al aprendizaje continuo en asignaturas en las que la misión fundamental del laboratorio es reforzar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. Con esta estrategia se fomenta, además, el trabajo continuado de los alumnos ya que, como se verá más adelante, la realización de las prácticas les obliga a tener un nivel adecuado en los conocimientos adquiridos previamente en clase de teoría/problemas.

Los puntos básicos de esta estrategia son: (a) las sesiones de laboratorio han de tener una periodicidad corta, (b) deben estar perfectamente sincronizadas con la teoría y (c) el alumno debe estar motivado para realizarlas. A continuación pasamos a analizar en más profundidad cada uno de estos puntos.

2.1. Periodicidad de las sesiones de laboratorio

Para fomentar el trabajo continuado, las sesiones de laboratorio deben tener una periodicidad alta. En concreto, la periodicidad debería ser al menos semanal. En caso contrario, la distancia temporal entre los conocimientos impartidos en teoría y su aplicación en laboratorio sería demasiado grande para que el alumno perciba el mensaje de que debe llevar la asignatura al día.

Dado que la cantidad de horas que los alumnos dedican al laboratorio en una asignatura concreta es fija, las sesiones de laboratorio deben ser más cortas que en un modelo en donde las sesiones de laboratorio están más espaciadas. Por ejemplo, una misma asignatura podría organizar los laboratorios en sesiones bisemanales de dos horas o en sesiones semanales de 1 hora. Esto, por un lado, tiene implicaciones en el encaje de la asignatura dentro del plan de estudios, por ejemplo en la confección de horarios. Por otro lado, implica que las sesiones de laboratorio se deben dimensionar para que sean realizables en un corto periodo de tiempo, y que además se tenga que diseñar un mayor número de sesiones.

2.2. Sincronización con la teoría

Tal como se ha comentado en la Sección 2.1, es importante que haya una corta distancia temporal entre los conocimientos impartidos en clase y su aplicación en laboratorio. Por otro lado, en el tipo de asignaturas a que va dirigido esta metodología no es posible realizar sesiones de laboratorio en donde sea necesario aplicar conocimientos aún no impartidos en clase. Por tanto, otro factor fundamental es la sincronización de las sesiones de laboratorio con la teoría previamente estudiada. Los profesores de teoría deben avanzar a un ritmo preestablecido para evitar que las sesiones de laboratorio no se adelanten respecto a la teoría (en caso de que el profesor vaya demasiado lento) ni se retrasen excesivamente (en caso que el profesor vaya demasiado rápido).

Como consecuencia, no solo las sesiones de laboratorio deben estar adecuadamente dimensionadas y sincronizadas, sino que también la teoría debe ceñirse a un orden y un calendario relativamente estrictos. Nuevamente es necesario un diseño muy detallado y refinado tanto del laboratorio como de las clases teóricas (y de problemas) y su temporización.

Finalmente, existen ciertos periodos del curso en los que todavía no se pueden realizar prácticas que refuercen la teoría, dado que se están introduciendo conceptos muy básicos. Por ejemplo, éste podría ser el caso de los primeros días del curso, o también de los primeros días de un tema nuevo. En dichos casos, se pueden realizar sesiones de laboratorio que refuercen conocimientos previos de asignaturas anteriores (caso del inicio de curso), o bien sesiones que incidan en puntos importantes de temas anteriores (caso de iniciar un nuevo tema en teoría). De esta forma se refuerza el mensaje al alumno de que va a trabajar durante todo el curso y se le transmite el mensaje de que el aprendizaje continuado es aplicable también entre asignaturas distintas.

2.3. Motivación del alumno

Finalmente, el punto quizás más importante es la cooperación del alumno. Un alumno no va a trabajar de forma continua si no está dispuesto a ello. Por tanto, es fundamental disponer de alguna estrategia que pueda motivar al alumno a trabajar de esta forma. A continuación detallamos diversos

aspectos que requieren la motivación del alumno y algunas alternativas para conseguirla.

El alumno debe estar motivado para hacer las prácticas. Esto se puede conseguir haciendo que las prácticas sean obligatorias (lo cual en algunos casos incumple las normativas de los centros). Una alternativa mejor es que las prácticas representen un porcentaje significativo de la nota final, de forma que hacerlas resulte atractivo (y productivo) para el alumno. De esta forma no le obliga el profesor, sino que el estudiante se obliga a sí mismo.

El alumno debe estar motivado a asistir a todas las sesiones de laboratorio. Nuevamente, podemos conseguirlo haciendo que la asistencia sea obligatoria a TODAS las sesiones (lo cual nuevamente incumpliría probablemente las normativas de muchos centros). Una posible alternativa es que TODAS las sesiones sean puntuables (evaluación continua). De esta forma, el alumno se motiva a asistir a todas las sesiones. Aunque, de hecho, el impacto de una sesión individual en la nota final de una asignatura sea mínimo, el alumno percibe que TODAS las sesiones son importantes.

El alumno debe estar motivado a realizar BIEN todas las sesiones, no solamente a asistir a ellas. Para conseguirlo, es fundamental que se transmita al estudiante que se le valora según el esfuerzo que realiza y lo bien que lo hace en cada sesión. Es por tanto fundamental que el profesor esté pendiente del alumno durante la sesión, que le pregunte sobre diversos aspectos de la práctica y que el alumno vea que el profesor valora tanto los elementos negativos como positivos del trabajo que realiza durante la sesión. Nuestra propuesta es que el profesor valore de forma subjetiva el trabajo y la actitud del alumno durante la sesión. La evaluación continua y subjetiva obliga al alumno a esforzarse y a hacer bien las prácticas.

El alumno debe estar motivado para preparar la práctica con antelación. Por un lado, es de vital importancia que el estudiante haya trabajado con antelación los conceptos teóricos a reforzar durante la sesión. Por otro lado, es muy importante que haya leído y comprendido la documentación de cada práctica antes de realizar la sesión para conseguir maximizar el aprovechamiento de la misma. Este último punto adquiere especial relevancia en la metodología propuesta porque las sesiones de laboratorio son

más frecuentes pero de menor duración. Ambos objetivos se pueden conseguir mediante pequeños ejercicios que denominamos “trabajo previo” de la sesión. El trabajo previo debe estar diseñado para que el alumno repase los conceptos teóricos necesarios para la realización de la práctica, tenga que leerse la documentación de la sesión y realice ejercicios orientados a guiarle en los objetivos de la sesión. Se puede motivar al alumno a realizar el trabajo previo simplemente haciendo que la entrega sea obligatoria al principio de cada sesión. Además, el trabajo previo debe influir en la nota de la sesión. De esta forma, el alumno está motivado a hacerlo bien.

En resumen, el alumno está motivado a hacer las prácticas, a asistir a todas las sesiones y a esforzarse en hacerlas bien. Tanto por el contenido de las sesiones en sí como por el trabajo previo, hacer bien las prácticas obliga al alumno a llevar el curso al día.

3. Implicaciones para el alumno y el profesor

En la sección previa se ha presentado un modelo de laboratorio basado en la evaluación continua subjetiva del profesor. Este modelo, que llamaremos *modelo continuo subjetivo*, reforzado mediante la realización de trabajos previos a las sesiones y con la actitud del profesor en el laboratorio, fomenta el trabajo continuado de los estudiantes y además les motiva a esforzarse y hacer bien las prácticas. Pero, ¿cuál es el coste para el profesor? ¿Y para el alumno? En esta sección se analizan las implicaciones, tanto para el profesor como para el alumno, frente al uso de otros modelos de laboratorio. Se han considerado distintos modelos de laboratorio, tanto en frecuencia como en método de evaluación:

- Prácticas menos frecuentes (bisemanales, por ejemplo) con el mismo modelo de evaluación.
- Prácticas pequeñas, pero evaluadas mediante examen final de laboratorio.
- Práctica grande con una entrega y entrevista final.

3.1. Implicaciones para el alumno

Desde el punto de vista de trabajo continuado, ya hemos comentado que el modelo propuesto hace trabajar al alumno durante todo el curso de forma continua y regular. En comparación, un modelo

con prácticas menos frecuentes hace que el alumno trabaje de forma más irregular (semanas con mucha carga de trabajo frente a semanas con poca). Además, aumenta el tiempo desde que un concepto es explicado en teoría hasta que es aplicado en el laboratorio, con lo que el alumno se relaja y no siente la necesidad de llevar la asignatura al día. En el caso de prácticas grandes, con entrega final, la situación es más dramática, ya que el alumno tiende a relajarse durante TODO el curso para dedicar un gran esfuerzo los días previos a la entrega. Respecto al método de evaluación, éste no influye directamente en el trabajo continuado por parte del alumno.

Respecto a la motivación del estudiante, el modelo continuo subjetivo le motiva a ir a las sesiones, a hacerlas bien y a prepararlas con antelación (mediante el trabajo previo). En comparación, ni una entrevista final para prácticas grandes, ni un examen de laboratorio en el caso de prácticas pequeñas, consigue motivarle a asistir o esforzarse durante las sesiones. Con estos modelos alternativos el estudiante percibe que el trabajo que hace durante las sesiones no se le valora. Sólo se le valora el resultado final.

Finalmente, es importante considerar el tiempo dedicado por el alumno a las prácticas. En el modelo continuo subjetivo, con sesiones semanales y trabajo previo, hemos observado que el alumno dedica entre una y dos horas (con picos de hasta tres horas) de preparación por cada hora del laboratorio. Por tanto, en una asignatura con una hora semanal de clase de laboratorio el alumno dedicaría entre dos y tres horas por semana al laboratorio. Es un tiempo considerable, pero está distribuido uniformemente a lo largo del curso, y además parte de este tiempo está en realidad dedicado a repasar conceptos teóricos y contribuye a llevar la asignatura al día.

En el caso de prácticas bisemanales, el tiempo dedicado debería ser similar aunque peor distribuido, ya que la carga varía de forma considerable de una semana a otra. De hecho, puede haber una carga excesiva durante algunas semanas que haga que el alumno dedique en realidad menos tiempo del necesario en total.

En el caso de prácticas evaluadas mediante examen de laboratorio, el alumno tiende a dedicar menos tiempo del necesario a preparar las sesiones, ya que éstas no son importantes: lo importante es el examen final.

Por último, con un modelo de prácticas grandes el alumno tiende a dedicar un esfuerzo considerable pero concentrado hacia el final del curso, con lo que su dedicación al laboratorio se solapa con otras entregas de prácticas y con exámenes, influyendo negativamente en el rendimiento de otras asignaturas e incluso en el rendimiento en las clases teóricas de la propia asignatura.

3.2. Implicaciones para el profesor

En esta sección analizamos el coste que la estrategia propuesta supone para el profesor, en términos de: tiempo de diseño de las prácticas, esfuerzo realizado durante la sesión, y tiempo dedicado a evaluación después de cada clase.

Tiempo de diseño de las practicas/asignatura

La metodología propuesta en este artículo se basa en la realización de prácticas frecuentes aunque cortas, lo cual implica un trabajo considerable en el diseño de cada una de las prácticas para que se ajuste al tiempo disponible y los alumnos puedan aprovechar la sesión. Además, el hecho de incluir un trabajo previo requiere un esfuerzo adicional por parte del profesor durante el diseño de las prácticas. Finalmente, es importante que exista una sincronización muy precisa entre la teoría y las sesiones de laboratorio, con lo que también hay que dedicar esfuerzo al diseño y sincronización de la teoría. No obstante, este esfuerzo solo es necesario durante la fase del diseño, y no implica un trabajo adicional durante la fase docente de la asignatura, ya que se amortiza a lo largo de la vida útil de ésta.

En el caso de prácticas bisemanales este esfuerzo se ve reducido, pero no de forma significativa, ya que las prácticas se deben diseñar con más carga de trabajo, lo que en muchos casos se traduce en realizar más ejercicios durante una sesión más larga. En una asignatura con examen final de laboratorio habría que realizar el mismo trabajo de preparación y diseño de las prácticas, con el coste adicional de preparar un examen nuevo cada curso. El único modelo que representa una carga claramente inferior en cuanto a diseño es el de una práctica grande con entrega final.

Esfuerzo durante la sesión de laboratorio

Dado que el modelo presentado en este artículo se basa en una evaluación continua subjetiva del

profesor del trabajo realizado por el alumno en cada sesión, se requiere un esfuerzo considerable del profesor durante cada sesión de laboratorio. En primer lugar, debe recoger el trabajo previo, hacer una evaluación rápida y dar *feedback* a los alumnos respecto a los posibles errores cometidos que les pueda ayudar durante la sesión. Durante el resto de la clase, el profesor debe atender las dudas que les van surgiendo a los alumnos. Pero además, debe ir mirando el progreso que hacen los distintos estudiantes, ayudarles a reencauzar la práctica si lo considera necesario y hacerles preguntas sobre ésta. Y, finalmente, debe ir realizando anotaciones a medida que los alumnos terminan el trabajo de la sesión y preguntarles sobre distintos aspectos de la práctica. De esta forma, se puede hacer una idea bastante clara del avance de los alumnos y puede salir de la sesión con suficiente información para evaluarlos. En resumen, las sesiones de laboratorio son bastante intensas para el profesor, y deben estar necesariamente limitadas en cuanto al número de estudiantes. Estimamos que 7-8 estudiantes o grupos es un número razonable. Esto permitiría tener grupos de 14-16 estudiantes que realizaran las prácticas en pareja.

Tanto el modelo de laboratorio evaluado con examen final como el de entrega final de prácticas grandes requieren relativamente poco esfuerzo durante la sesión, ya que el profesor se dedica exclusivamente a resolver dudas. Por último, las sesiones bisemanales tienen una problemática similar, pero al disponer de sesiones el doble de grandes el profesor dispone de mucho más tiempo para estimar la evaluación de los alumnos, con lo que las sesiones no son tan intensas y podría tener más estudiantes.

Tiempo dedicado fuera de clase a evaluar los laboratorios.

Con una evaluación continua subjetiva, el profesor sale de la sesión de laboratorio con la nota de cada estudiante prácticamente decidida. El único trabajo que debe realizar en su despacho consiste en repasar los trabajos previos y las notas tomadas para cada alumno y puntuar la sesión.

En comparación, un modelo de evaluación basado en examen final requiere preparar un examen y corregirlo para cada uno de los alumnos. En el caso de las entregas finales con entrevista, para cada alumno el profesor debe leer

la documentación entregada y hacer una entrevista personal para decidir la nota. En general, se requerirán por lo menos 20-40 minutos por alumno o grupo, con lo que se debe dedicar una cantidad de tiempo considerable.

En resumen, podemos decir que, para el profesor, la metodología propuesta representa un coste de diseño más alto que en otros modelos, pero no requiere más esfuerzo de evaluación una vez los enunciados de prácticas han sido elaborados (de hecho, requiere menos). Dado que el tiempo de diseño se puede amortizar a lo largo de varios cursos, podemos concluir que la propuesta en realidad representa menos coste para el profesor a medio y largo plazo.

4. El ejemplo de EC2

La estrategia presentada se está utilizando en la asignatura Estructura de Computadores 2 (EC2) de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB). EC2 es una asignatura obligatoria de primer ciclo de la Ingeniería Informática, tiene 6 créditos ECTS y los alumnos suelen cursarla en el tercer semestre.

Los contenidos de EC2 son los clásicos de una asignatura de Estructura de Computadores: lenguaje ensamblador, jerarquía de memoria y entrada/salida.

La asignatura está planificada para 13 semanas de clase. Cada semana se imparten 4 horas de teoría/problemas y 1 hora de laboratorio. La distribución de los contenidos es aproximadamente 5 semanas para ensamblador, 6 semanas para jerarquía de memoria y 2 semanas para entrada/salida.

Los objetivos técnicos de las prácticas son los siguientes:

- Diseñar pequeños programas en C y/o ensamblador en un entorno Linux.
- Conocer y utilizar las herramientas de depuración de programas que ofrece Linux.
- Enlazar código en ensamblador con código escrito en C.
- Constatar la influencia de la jerarquía de memoria en el rendimiento de una aplicación.
- Analizar el comportamiento de la jerarquía de memorias y cómo influye en el rendimiento de una aplicación.

En la actualidad estamos realizando 10 sesiones de laboratorio: 1 de Introducción/Linux,

5 de lenguaje ensamblador y 4 de Jerarquía de memoria. Por motivos de tiempo y disponibilidad, no realizamos ninguna práctica de entrada/salida. Esto no supone ningún problema, porque básicamente los contenidos de entrada /salida se cubren en el curso anterior.

A cada sesión de laboratorio asisten, como máximo, 20 alumnos. Lo ideal sería tener como máximo 16 estudiantes, dado que la carga para el profesor en algunas sesiones es excesiva. Las sesiones se realizan en grupos de 2 alumnos, porque creemos que es bueno para fomentar la cooperación entre ellos y porque facilita la tarea del profesor.

A continuación vamos a describir una sesión típica de laboratorio de EC2. La práctica se inicia con un breve comentario del profesor, aunque no es imprescindible. Inmediatamente, el profesor pasa a recoger el trabajo previo grupo por grupo. Para cada grupo se realiza un vistazo detallado del trabajo previo y se comentan los errores y deficiencias detectadas. Es importante, sobre todo en las primeras sesiones, que los alumnos perciban que el trabajo previo no es fútil y que será tenido en cuenta en la evaluación. Una vez recogido el trabajo previo, el profesor pasa de grupo en grupo resolviendo dudas, observando qué están haciendo y comprobando que las tareas de cada sesión se están realizando correctamente. Este *feedback* entre alumnos y profesor es fundamental para el correcto desarrollo de la sesión. Una buena estrategia para incentivar a los estudiantes es que éstos vean que el profesor apunta un comentario cada vez que ellos avanzan en las tareas de la sesión. Incluso es buena idea dejar que los alumnos vean qué nota les está poniendo el profesor.

Estas sesiones de laboratorio son muy intensas para el profesor. Una de las cosas que facilita su trabajo es que algunos grupos ya traen parte del trabajo realizado (¡están muy motivados!), lo cual permite realizar la tarea de revisión/corrección desde el inicio de la sesión. Aunque el esfuerzo es considerable, una vez acabada la sesión el profesor sólo ha de hojear los trabajos previos y pasar las notas a la hoja de cálculo.

Las tareas que los alumnos realizan en cada sesión no son pocas. En general, están pensadas para que un alumno medio pueda realizar un 75% de las tareas propuestas. Dejando ese 25% final para los más aventajados y/o trabajadores.

5. Resultados

EC2 se ha impartido en el actual formato en 8 cuatrimestres. En el primer cuatrimestre sólo había un grupo piloto y el laboratorio se evaluó con un examen de laboratorio. A partir del segundo cuatrimestre se utilizó la evaluación continua subjetiva por parte del profesor, y en los últimos 4 cuatrimestres incluimos el trabajo previo de cada sesión. Los resultados presentados en este apartado corresponden a los últimos 4 cuatrimestres, en los que 652 estudiantes han cursado la asignatura.

En la Figura 1 presentamos un histograma con la distribución de las notas de laboratorio. De este histograma destacamos que las notas son muy buenas, y que el porcentaje de asistencia a las clases de laboratorio es muy alto. Si consideramos que los alumnos que aprueban el laboratorio asisten regularmente a clase, el porcentaje de asistencia al laboratorio está por encima del 90%. Uno de los objetivos que nos habíamos planteado, la asistencia voluntaria de los estudiantes al laboratorio, se ha cumplido satisfactoriamente.

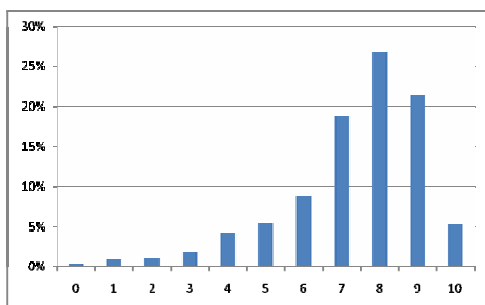


Figura 1. Histograma con las notas de laboratorio de los últimos 4 cuatrimestres.

En la Figura 2 presentamos un histograma con las notas de teoría/problemas. Lo primero que se observa es que las notas son 2 puntos más bajas que las notas de laboratorio. El que las notas de teoría/problemas sean más bajas que las notas de laboratorio se explica porque las prácticas se realizan en grupos de 2 alumnos y, aunque la nota sea individual, existe un cierto grado de compromiso entre compañeros de prácticas que hace que el esfuerzo sea mayor que en el plano individual. Otra razón que explica esta situación es que la evaluación del laboratorio es semanal,

sobre una parte muy limitada del temario, lo que facilita la obtención de buenas notas.

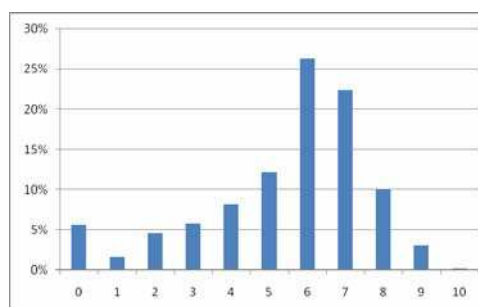


Figura 2. Histograma con las notas de teoría/problemas de los últimos 4 cuatrimestres

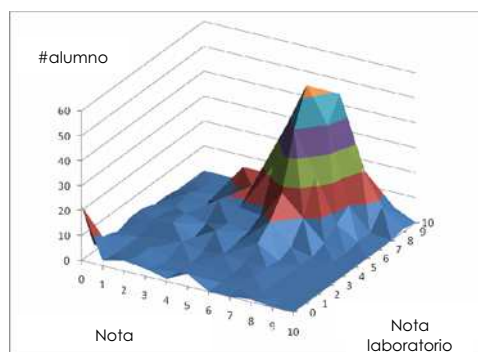


Figura 3. Histograma 3D de las notas de laboratorio con las notas de teoría/problemas.

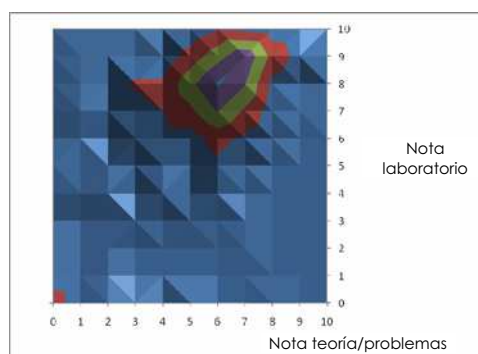


Figura 4. Histograma (por niveles) de las notas de laboratorio con las notas de teoría/problemas.

En las figuras 3 y 4 presentamos un histograma relacionando, para cada alumno, las notas de laboratorio con las notas de teoría/problemas. En la Figura 3 se observa el histograma en 3D. Para cada par nota laboratorio – nota teoría/problemas se muestra el número de alumnos que ha obtenido esas notas. En la Figura 4 se muestra el mismo histograma, pero ahora realizado con curvas de nivel.

Como puede observarse, existe una gran correlación entre las notas de laboratorio y las notas de teoría/problemas. En los datos de que disponemos se observa que un 60% de los alumnos tiene una nota de laboratorio entre 6 y 9 y una nota de teoría/problemas entre 5 y 8. Si entramos en más detalle, un 25% de los alumnos tienen una nota de laboratorio entre 7 y 8 y una nota de teoría/problemas entre 6 y 7.

6. Conclusiones

Las prácticas diseñadas con la estrategia propuesta fomentan el trabajo continuo del alumno. Para que esta estrategia sea efectiva, las prácticas han de tener una periodicidad como mínimo semanal, y deben estar perfectamente sincronizadas con la teoría. El alumno está motivado a asistir a las sesiones de laboratorio, a hacerlas bien y a preparar la práctica con antelación. Está motivado por el peso de la nota de laboratorio en la nota final del curso, porque todas las sesiones de laboratorio son evaluadas y por la obligación de presentar el trabajo previo.

Las prácticas se han de diseñar con criterio, pero una vez diseñadas no necesitan de un gran esfuerzo adicional por parte del profesor: se sale del laboratorio con la nota decidida y el alumno es consciente de ello.

Los resultados obtenidos en los últimos cuatro cuatrimestres muestran una alta asistencia de los alumnos al laboratorio y un elevado aprovechamiento del mismo.

Finalmente, vamos a indicar cómo la estrategia propuesta incide sobre los siete principios que definen la docencia de calidad y que hemos enumerado en la introducción:

- Durante el desarrollo de las sesiones de laboratorio se establece un contacto muy directo entre profesor y alumno. El alumno sabe qué quiere el profesor de él y el profesor sabe hasta dónde está llegando el alumno.

- Los alumnos realizan la práctica en grupos de dos y deberían cooperar, entre otras cosas, para realizar el trabajo previo.
 - Las prácticas de laboratorio son un excelente método de aprendizaje activo.
 - Los alumnos, durante las sesiones de laboratorio, reciben continuo *feedback* respecto a lo que están haciendo y respecto a cuáles son sus conocimientos en relación con el curso.
 - El diseño de las sesiones se centra en los objetivos más relevantes del temario.
 - Los alumnos tienen la percepción, y así se lo hace ver el profesor durante las sesiones de laboratorio, que realizar unas buenas prácticas les ayuda de forma substancial a llevar la asignatura al día y a adquirir los conocimientos necesarios para superarla sin dificultad.
 - Las sesiones están dimensionadas para que un alumno medio realice el 75% de las tareas propuestas. El 25% restante está pensado para que los alumnos con más talento y capacidades puedan explotar su potencial.
- En definitiva, la estrategia propuesta incide positivamente en los siete principios de calidad enumerados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el MEC TIN2007-60625.

Referencias

- [1] <http://www.unideusto.org/tuning/>. Última consulta, abril de 2008.
- [2] J. García, F. Sánchez y R. Gavalda. Recomendaciones para el diseño de una titulación de Grado en Informática. IEEE RITA, Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje. Vol 2, Num 2, Noviembre 2007.
- [3] <http://www.tltgroup.org/programs/seven.html> Última consulta, abril 2008
- [4] F. Sánchez, J. Llosa y A. Fernández. La enseñanza de Estructura de Computadores en el EEES. JENUI 2007, pp. 19-28.
- [5] D. López, A. Pajuelo, J.R. Herrero y A. Durán. Evaluación continuada sin morir en el intento. JENUI 2008, pp. 171-178.