

Comparación de dos metodologías docentes utilizadas en los seminarios de Fundamentos de los Computadores

Elena Valderrama, Guillermo Talavera, Marius Montón, Borja Martínez, Juan Manuel Fernández, Juan Muñoz

Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos
Universidad Autónoma de Barcelona

Resumen

En la asignatura de Fundamentos de los Computadores de la titulación de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Barcelona se mantuvo, el curso 2006-07, una doble orientación en la impartición de las sesiones de seminarios-problemas: Mientras la docencia impartida en uno de los grupos era de tipo "clásico" (se proponen problemas que los estudiantes deben trabajar en casa y el profesor explica las soluciones en clase, respondiendo a todas las dudas que puedan surgir) en el otro grupo se seguía una modalidad de impartición más colaborativa en la que eran los propios alumnos los que, durante la clase, resolvían los casos bajo la tutela del profesor. La pregunta que los profesores nos hicimos es: Si a los estudiantes se les dejara escoger entre una de las dos opciones, ¿qué preferirían?. Y, lo que es más importante, ¿con cual de las dos opciones (parece que) aprenden más?.

Se diseñó un experimento para contestar a estas preguntas, de modo que permitiera la comparación de datos sobre la misma cohorte, situación que sucede con poca frecuencia en estudios similares. Esta ponencia presenta los resultados obtenidos tras un año de experiencia.

1. Introducción

Hoy en día nadie pone en duda la necesidad de un cambio en las metodologías de impartición de la docencia que tenga como punto de mira el aprendizaje del estudiante y que se fundamente en los objetivos y competencias del proyecto docente. En el RD 1393/2007 sobre la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales se puede leer "La nueva organización de las enseñanzas universitarias responde no sólo a un cambio

estructural sino que además impulsa un cambio en las metodologías docentes que centra el objetivo de aprendizaje en el estudiante

Cuando se implementa por primera vez una nueva metodología docente se impone la necesidad de comparar críticamente los resultados de la misma con los obtenidos anteriormente. El problema que aparece en la gran mayoría de los casos es que dicha comparación se debe hacer necesariamente con cohortes diferentes: se comparan los resultados obtenidos por los alumnos del curso 2006-07 (por ejemplo) con los resultados obtenidos por los alumnos del curso 2007-08.

2. El contexto: La asignatura de Fundamentos de los Computadores

La titulación de Ingeniería Informática forma parte, desde el curso académico 2004-05, de un plan piloto impulsado por el Departamento de Universidades, Investigación y Sociedad de la Información (DURSI) de la Generalitat de Catalunya para promover la adecuación de los títulos al EEES. Este plan piloto ha propiciado, entre otras, múltiples acciones de mejora de las metodologías de impartición de los estudios.

En la Universidad Autónoma de Barcelona, la asignatura de Fundamentos de los Computadores se imparte en el 2º semestre de los estudios de Ingeniería Informática, con una carga lectiva de 8 ECTS (200 horas de trabajo del alumno).

Dentro del contexto del plan piloto se replantearon los objetivos de la asignatura. Los objetivos (competencias específicas) de Fundamento de los Computadores son dos: (1) que los estudiantes sean capaces de realizar circuitos digitales sencillos y (2) que comprenden los fundamentos físicos del funcionamiento del computador. Para

poder verificar este último punto se les pide (indicador) que sean capaces de programar en ensamblador una máquina elemental.

La orientación y la forma de impartir la asignatura se modificó en consecuencia:

- El trabajo realizado en las prácticas es fundamental en el proceso de aprendizaje del estudiante. Las prácticas se plantearon como un “proyecto” real (p.e., el diseño del sistema de control de un ascensor), del cual los estudiantes realizan pequeñas partes. Desde el punto de vista logístico, las horas presenciales de laboratorio se redujeron a un mínimo, pero se aumentó el trabajo de preparación de las mismas, lo que llevó a un aumento global de las horas dedicadas a prácticas. Así, el estudiante debe entregar un dossier antes de entrar en el laboratorio con el diseño del circuito, la simulación del mismo y un esquema de la protoboard. Sólo si la simulación es correcta se les abre el paso a la sesión de laboratorio.
- Para que el estudiante sea capaz de realizar las prácticas es necesario que adquiera unos conocimientos de la materia. Estos conocimientos se le proporcionan en las clases magistrales. Se modificó el concepto de “clase de teoría” por “clase magistral”, reduciéndose también en este apartado la presencialidad.
- Finalmente, los seminarios/problemas son el espacio en el cual los alumnos, guiados por el profesor, pueden profundizar en la comprensión de los conocimientos de la asignatura y planificar la realización del trabajo asociado a las prácticas. Esta parte de la asignatura es el objeto de este artículo.

3. El planteamiento del experimento

En el curso académico 2004-05, con objeto de mejorar la participación del estudiante en el proceso de enseñanza/aprendizaje, las típicas clase “de problemas” se substituyeron por seminarios en los que se presentaban casos en el aula y los propios alumnos discutían las alternativas y soluciones bajo la supervisión del profesor. La pregunta que los profesores nos planteamos era: Si realmente le dieras a escoger a un estudiante entre

una docencia cómo esta o una docencia “clásica” en la que el profesor expone en la pizarra (o pantalla, o cualquier otro medio) la resolución de unos casos planteados con anterioridad que los estudiantes deben haber trabajado en casa,... ¿qué preferirían?. Y, lo que es más importante, ¿con cual de las dos opciones (parece que) aprenden más?.

Esta filosofía de “seminario de casos” frente a las típicas sesiones de “problemas” se mantuvo en el curso 2005-06 y, en el curso 2006-07, aprovechando que los horarios de las sesiones de seminario permitían la coexistencia de dos grupos de alumnos recibiendo la docencia a la misma hora, decidimos darle una doble orientación a la metodología docente de esta parte de la asignatura, permitiendo al estudiante escoger libremente, en cada sesión, a qué tipo de seminarios deseaba asistir (tipo A: docencia “clásica”, tipo B: docencia más participativa). A cambio, se les pedía a los estudiantes que aceptaran someterse a un control de asistencia, sin reflejo en la evaluación de los mismos, con objeto de poder estudiar *a posteriori* las preferencias por una u otra opción y su eventual correlación con los resultados académicos. La ventaja de este planteamiento es que permite la comparación de resultados sobre la misma cohorte.

La docencia “tipo B” se desarrolla de la siguiente forma: (1) los alumnos reciben una doble lista de problemas-casos, una de ellas contiene problemas muy dirigidos pensados para que se enfrenten con ellos sin la supervisión del profesor, y la otra contiene problemas-casos que se trabajarán en clase. (2) Los alumnos –al menos teóricamente hablando- trabajan en casa los problemas de la primera lista antes de asistir al seminario correspondiente. (3) En las sesiones presenciales el profesor propone uno de los problemas de la segunda lista, comenta cómo enfocar su resolución y deja tiempo a los alumnos para que lo trabajen “in situ”, normalmente en grupo y pudiendo preguntar al profesor todo lo que deseen. Los alumnos que lo desean pueden entregar el trabajo que han realizado para que el profesor lo corrija y devuelva. Algunas veces es el profesor el que solicita que los alumnos le entreguen alguno de los problemas hechos en clase. Estas correcciones no tienen incidencia en la nota final.

Finalmente es necesario un comentario: El objetivo principal del experimento era y sigue siendo facilitar el aprendizaje del alumno ofreciéndole la mayor libertad posible en la elección del estilo docente que recibe. Es por esta razón que, en cada seminario, el alumno es libre de asistir al seminario tipo A o tipo B, sin tener que comprometerse con uno o con otro para el resto de la asignatura, aunque esto dificulte la interpretación de los datos del experimento. Se reflexionó sobre las alternativas “mejor interpretación de los resultados – menor libertad del alumno” y “interpretación de los datos más difícil – mayor libertad del alumno”, optándose conscientemente por la segunda.

3.1. Definición de los datos del estudio

Seminarios/sesiones de problemas

Se programaron un total de 29 sesiones de problemas/seminarios por grupo. De ellas,

- 8 se dedicaron a repaso o recopilación de temas, ampliaciones puntuales y consultas en clase. En estos casos los alumnos de las opciones A y B se unieron en una misma aula.
- Dos, por necesidades logísticas (coordinación entre clases magistrales y de seminarios) se realizaron juntando de nuevo los alumnos de los subgrupos A y B.
- La baja puntual de 1 profesor un día que tenía docencia asignada obligó a juntar los grupos A y B en las dos sesiones de dicho día.
- Finalmente, las 17 restantes sesiones encajan perfectamente en el planteamiento propuesto de las opciones A y B, y son las que se han tomado como base para el presente estudio.

Mortalidad inicial (MI)

De los 225 alumnos matriculados en la asignatura, 32 de ellos (aproximadamente un 14%) no asistió a ningún seminario, ni se apuntó a ningún grupo de prácticas, ni apareció en ninguna de las actividades de la asignatura. Estos 32 alumnos se califican como “mortalidad inicial” y se deben probablemente al sistema de matriculación que (1) no permite la semestralización de la matrícula y (2) obliga a los alumnos de primer curso a matricularse de todas las asignaturas del curso. A

efectos de rendimiento académico estos alumnos no deben ser tenidos en cuenta y, en consecuencia, se han excluido del estudio. Hay que notar que esta tasa de mortalidad-inicial del 14% se ve reflejada y corroborada en otras asignaturas de 1er curso – 2º semestre.

Abandonos

En un sistema de evaluación continuada, la calificación de no-presentado no puede limitarse al hecho de que el alumno no acuda a una eventual prueba final. El alumno, si cree que no puede seguir la asignatura en condiciones, debe tomar la decisión de abandonar la asignatura tan pronto como sea posible, puesto que de esta manera optimizará su tiempo pudiendo centrar sus esfuerzos en el resto de materias.

En la asignatura que nos ocupa los abandonos se han regulado de la siguiente manera: El estudiante debe abandonar la materia, si esta es su decisión, antes de haber presentado como máximo 2 dossiers de prácticas (de 5) y no haberse presentado a más de 2 pruebas de evaluación (de 4) para ser calificado como no-presentado.

El total de abandonos entendidos tal como se ha explicado fue de 22 alumnos (algo menos de un 10%). Dado que los abandonos pueden distorsionar los perfiles de asistencia a las sesiones de problemas/seminarios, estos alumnos también se han excluido en los resultados que se muestran a lo largo de este artículo. En caso de que se hayan tenido en cuenta se informa explícitamente de ello.

Repetidores

De los 225 alumnos matriculados, 84 de ellos (37%) no lo hacían por primera vez. De estos 84, 16 entran en la categoría de mortalidad-inicial, esto es, aproximadamente un 20% de alumnos repetidores abandonaron la asignatura antes de su comienzo. El número abandonos iniciales entre alumnos repetidos representa prácticamente la mitad de la mortalidad-inicial total.

		Porcentaje
Alumnos matriculados	225	
Mortalidad-inicial (MI)	32	14,2%
Abandonos	22	9,8%
Repetidores	84	37,3%
MI en repetidores	16	19%

Tabla 1.

4. Los resultados

Los datos recogidos se analizaron en base a:

1. Las preferencias de asistencia a cada una de las opciones.
2. Las preferencias mostradas por la subpoblación de los alumnos repetidores y por la subpoblación de no-repetidores.
3. La correlación entre los resultados académicos y la tasa de asistencia a las sesiones de seminarios (independientemente de la opción). Este punto se estudió por separado en las dos sub-poblaciones citadas.
4. La correlación entre los resultados académicos y la tasa de asistencia a las sesiones tipo A y B (ambas sub-poblaciones)

4.1. Asistencia y preferencias de los alumnos

La figura 1 muestra la tasa de asistencia de los alumnos para cada uno de los seminarios bajo estudio, diferenciando la asistencia a cada una de las opciones A y B.

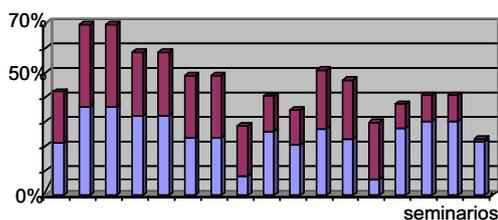


Figura 1. Asistencia a las opciones A (abajo) y B (arriba)

La figura 2 analiza la tasa de asistencia global de los alumnos a los seminarios. La tasa de asistencia se ha dividido en 5 intervalos: asistencia a menos del 20% de las sesiones, asistencia entre en 20 y

(menor que) el 40%, asistencia entre el 40 y 60%, asistencia entre el 60 y 80% y asistencia al 80% o más de las sesiones. No se han incluido ni los abandonos ni la mortalidad inicial.

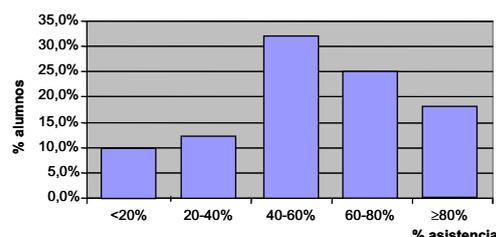


Figura 2. Asistencia global de los estudiantes a los seminarios

Las preferencias de los estudiantes por cada una de las dos opciones se han estudiado por separado dependiendo de la tasa de asistencia global de cada alumno. Para ello la tasa de asistencia global se ha dividido en 3 intervalos ($\geq 60\%$, entre el 40 y el 60% y $< 40\%$) y se ha calculado el porcentaje de alumnos que, dentro de cada intervalo, muestran predilección por la opción A o B. El término "predilección" se ha definido como el haber asistido en más de un 80% de los casos a una u otra opción. En todos los casos los alumnos muestran una preferencia por la opción A. Sin embargo, las distribuciones de las preferencias de los alumnos por la opción A y por la B presentan unas desviaciones típicas muy grandes (tabla 3), lo que impide hacer afirmaciones estadísticamente relevantes.

Asistencia global	Porcentajes	
	Predilección por A	Predilección por B
$\geq 60\%$	44,9%	28,2%
40 – 60%	44,4%	25,9%
$< 40\%$	39,5%	34,2%

Tabla 2. Predilección de los alumnos por las opciones A y B en función de su asistencia global

	Asistencia a A	Asistencia a B
Valor medio	31,3%	24,7%
Desviación estándar	27,1	27,7

Tabla 3. Valor medio y desviación estándar de los datos

Aún sabiendo que no se pueden obtener conclusiones estadísticamente significativas, para ver las tendencias del alumnado se ha calculado, para cada estudiante, la diferencia entre su asistencia a los seminarios A y B, y estas diferencias se han clasificado en intervalos de 10 puntos: diferencia <-90%, diferencia entre -90 y el -80% (<20%), diferencia entre el -80 y el -70%, etc. La figura 3 muestra esta distribución, en la que se vislumbra una tendencia de los estudiantes hacia la opción A.

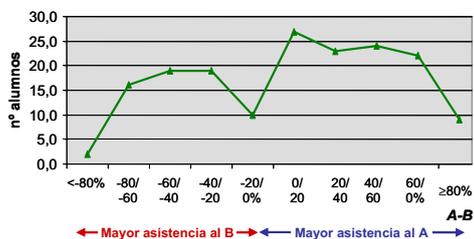


Figura 3. Predilección global de los alumnos

Los colectivos de alumnos que siguen la asignatura por primera vez y los que ya la han seguido en alguna ocasión muestran perfiles diferentes. Las figuras 4 y 5 muestran la asistencia global de ambos colectivos por separado y las preferencias respectivamente. Para que los datos sean comparables, los porcentajes de asistencia se han calculado todos respecto al total de alumnos y no respecto al total de cada colectivo.

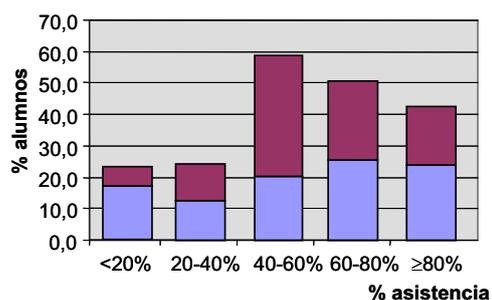


Figura 4. Asistencia global de los alumnos repetidores (abajo) y no-repetidores (arriba)

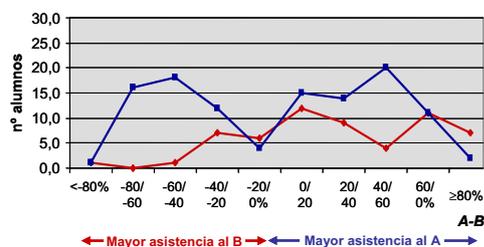


Figura 5. Predilección de los alumnos repetidores (rombos) y no-repetidores (cuadrados)

En la figura 5 puede observarse como entre el colectivo de no-repetidores aparecen dos grupos bien definidos y de un tamaño comparable, uno a la derecha de la gráfica indicando alumnos que han asistido más a los seminarios A que a los B, y uno a la izquierda indicando la asistencia mayor al B que al A. En cambio, los resultados del colectivo de repetidores están claramente sesgados hacia la derecha, indicando una mayor asistencia a los seminarios A.

4.2. Resultados académicos

En la asignatura que nos ocupa se realiza una evolución continuada del alumno que incluye, además de una evaluación en grupo, la realización de 4 pruebas de nivel a lo largo del curso y una última prueba de madurez al finalizar el mismo. Los alumnos que han obtenido una calificación media igual o superior a 7 en las pruebas de nivel quedan dispensados de realizar la prueba final.

Se ha estudiado la tasa de asistencia y predilecciones de la sub-población de alumnos que han obtenido una calificación ≥ 7 en las pruebas de nivel por considerar que se trata de alumnos que realizan un seguimiento muy adecuado de la asignatura. Asimismo, se ha estudiado la relación entre aprobados y tasa de asistencia a cada una de las opciones en el caso de los alumnos que cursaban por primera vez la asignatura y en el caso de los repetidores.

Alumnos con un promedio ≥ 7 en las pruebas de nivel

Se ha estudiado el comportamiento de los estudiantes que superaron la asignatura sin necesidad de presentarse al examen final por haber obtenido un promedio superior o igual a 7

en las pruebas que se fueron realizando a lo largo del curso. Es de suponer que esta población representa al conjunto de alumnos que siguen la asignatura con más asiduidad y realizan un trabajo continuado a lo largo de todo el curso.

La figura 6 compara el porcentaje de estudiantes que superaron la asignatura con y sin necesidad de presentarse al examen de madurez, en función de la tasa de asistencia a los seminarios. Puede observarse que, entre los alumnos con una alta tasa de asistencia, se dio un porcentaje de aprobados de alrededor del 60%, y además dos terceras partes de estos (40%) no tuvieron necesidad de realizar la prueba final.

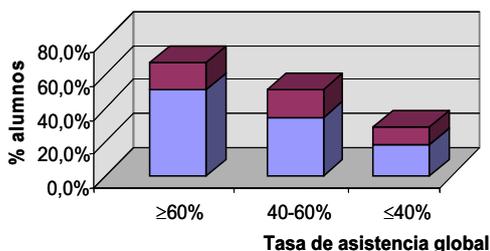


Figura 6. Aprobados sin (abajo) o con (arriba) necesidad de realizar la prueba de madurez, distribuidos por tasa de asistencia global a los seminarios

La figura 7 muestra el porcentaje de asistencia global a los seminarios, a la opción A y a la opción B de esta sub-población. Cabe destacar lo sesgado que está la curva de asistencia global hacia la derecha, indicando un alto porcentaje de asistencia, y la franca predilección de estos alumnos por la opción A frente a la B.

Alumnos repetidores

Los alumnos repetidores muestran unas tasas de asistencia global a los seminarios bajas como quedaba reflejado en la figura 4. En la figura 8 se muestra la proporción de alumnos de este colectivo que aprobaron la asignatura, en función de su tasa de asistencia a cada una de las opciones. Para que las curvas sean comparables se han normalizado en función de la tasa de asistencia. Así por ejemplo, del total de alumnos que asistió entre un 40-60% a la opción A, alrededor de un 60% aprobó, mientras que, de entre todos los alumnos que mostraron la misma tasa de asistencia a la opción B, aprobó casi un 80%.

Sorprende que la opción que parece dar mejores resultados, aunque con pequeña diferencia sea la B, cuando las preferencias de estos alumnos se decantan claramente hacia la opción A.

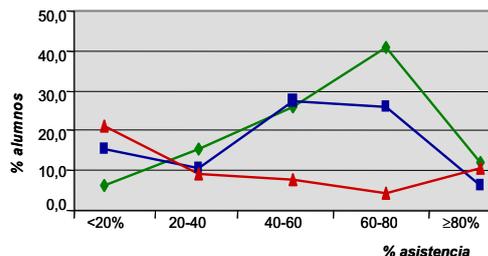


Figura 7. Tasa de asistencia global (rombos), asistencia a la opción A (cuadrados) y a la B (triángulos)

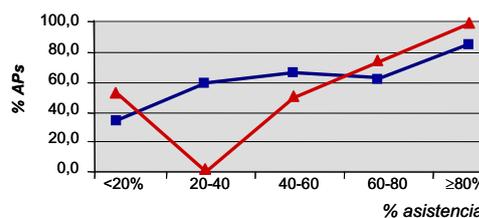


Figura 8. Tasa de aprobados entre los alumnos repetidores en función de su asistencia a la opción A (cuadrados) o B (triángulos)

Alumnos no repetidores

La figura 9 refleja los mismos datos que la 8, esta vez centrados en la sub-población de los estudiantes que cursaban la asignatura por primera vez.

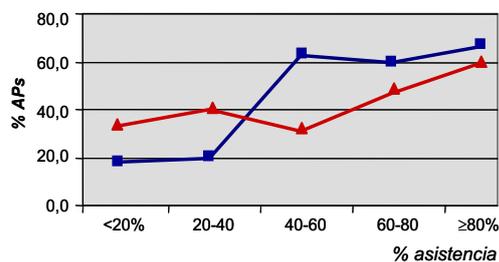


Figura 9. Tasa de aprobados entre los alumnos no repetidores en función de su asistencia a la opción A (cuadrados) o B (triángulos)

En este caso es la opción A la que refleja un mayor porcentaje de aprobados, al contrario de los que sucedía entre los repetidores. Cuando la asistencia es discreta (40-60%) la opción A ofrece la mayor tasa de aprobados en ambos casos, aunque la diferencia con B sólo es significativa en el colectivo de no-repetidores.

5. Discusión y conclusiones

En primer lugar hay que decir que las diferencias entre las dos opciones nunca son lo suficientemente marcadas como para ser estadísticamente significativas. Esto puede deberse al propio diseño del experimento, en el que no se obligaba a los estudiantes a comprometerse con una de las dos opciones, sino que podían escoger libremente y en todo momento a qué sesión asistir. Esta dificultad, como ya se ha comentado, se tuvo en cuenta durante el diseño del experimento pero por favorecer al máximo la libertad del estudiante.

El comportamiento de los estudiantes repetidores y no repetidores es francamente diferente:

- Los alumnos repetidores se inclinan claramente por la opción A de docencia “clásica”, y una tasa de asistencia claramente inferior a la del resto de compañeros. Este resultado es explicable por las dificultades horarias de este colectivo, que sigue asignaturas de cursos distintos, y por el elevado número de asignaturas en las que habitualmente están matriculados.
- Los estudiantes no-repetidores presentan un mayor índice de asistencia a las sesiones de seminarios, sin embargo, en valores absolutos, su asistencia global es menor de lo deseable: aproximadamente un 40% de los alumnos se encuentran en la franja de asistencia de entre un 40 a un 60% de las sesiones (figura 4). Este colectivo no muestra una predilección clara por ninguna de las dos opciones (figura 5).
- En ambos casos, existe una correlación clara entre el nivel de asistencia a cualquiera de los dos tipos de seminarios y los resultados académicos. Los alumnos que asisten más a clase aprueban más.
- En el caso de los alumnos repetidores, los resultados académicos, centrados en el porcentaje de aprobados, son similares en ambas opciones (hay que aclarar que el punto de coordenadas (20-40, 0%) de la figura 8 se debe a que había un único alumno con este nivel de asistencia, que suspendió la asignatura). Los resultados obtenidos por los estudiantes que asistieron a la opción B es ligeramente mejor a los que lo hicieron a la opción A, mientras que las preferencias globales de este colectivo son justo las contrarias. En todo caso hay que remarcar que las diferencias no son estadísticamente significativas.
- En el caso de la sub-población de no-repetidores, los mejores resultados se obtienen con la opción A (figura 9). En este caso, la diferencia observable en el conjunto de alumnos de asistencia media-alta (entre el 40 y el 80%) si es significativa.

La sub-población de estudiantes que aprobaron la asignatura sin necesidad de presentarse a la prueba final de madurez muestra también características particulares: Su tasa de asistencia global a los seminarios es significativamente superior a la del resto de sus compañeros, y sus preferencias se decantan hacia la opción A.

Las conclusiones globales que se desprenden de este estudio son, a nuestro modo de ver, las siguientes:

1. Considerando el conjunto completo de estudiantes matriculados en la asignatura, éstos se decantan hacia la opción “clásica”. Debe analizarse en este punto la incidencia del tipo de evaluación seguido en la asignatura en este resultado y el tipo de docencia al que están acostumbrados.
2. Existe una correlación clara y significativa entre el grado de asistencia a cualquiera de los dos tipos de seminarios y los resultados académicos.
3. De entre los estudiantes que asistieron regularmente a las sesiones de seminario, el porcentaje de aprobados es similar entre los que escogieron la opción A o la B. Los mejores resultados de la opción A se dan entre el colectivo de estudiantes que debieron

presentarse a la prueba final y con una asistencia media-alta (entre el 40 y el 70- 80%) a los seminarios. Los mejores resultados de la opción B se obtienen entre los alumnos de baja asistencia.

4. No tenemos manera de analizar si, entre los alumnos con una misma calificación, los que asistieron a la opción A o B alcanzaron una mayor madurez en la materia y una mayor sostenibilidad en el tiempo de los conocimientos adquiridos. Este sería un punto crucial a analizar si se desea contestar realmente a la pregunta planteada de ¿donde aprenden más?

Finalmente es necesario apuntar el posible sesgo de los resultados debido al “efecto profesor”. En este punto hay que decir que los alumnos tuvieron un único profesor en la opción A, y dos profesores en la opción B, por supuesto excluyendo aquellos casos puntuales en que por diversas razones alguno de ellos debió ser sustituido. Este curso académico 2007-08 se repetirá el experimento con una asignación diferente de profesores para tratar de reducir en lo posible este sesgo, a la vez que introduciremos una pequeña encuesta en la que los estudiantes muestren su nivel de satisfacción entre ambas opciones, con independencia de la calificación que han obtenido. Estamos muy interesados en ver si los resultados del actual curso académico corroboran estas conclusiones.

Referencias

- [1] ¿Es «cuarenta y dos» la única respuesta posible? Joe Miró, Dpt. de Matemáticas y Informática de la Universidad de las Islas Baleares. <http://bioinfo.uib.es/~joemiro/semdoc/PlanEstudis/SiNDI/curentaydos.pdf> (15-2-08)
- [2] Francesc Xavier Fitó et al. Cas pràctic d'adaptació metodològica a les directrius EEES d'una assignatura d'Enginyeria Informàtica. Jornades d'Innovació Docent. UAB, 20-9-2006. Resums, pàg 134.
- [3] Guillermo Talavera et al. Adaptación metodológica a las nuevas directrices del EEES en la enseñanza técnica universitaria. VI Congreso TAEE. Madrid 12-14 Julio 2006.