



Análisis multifactorial de la aplicación de metodologías activas en la calidad docente

Antoni Perez-Poch¹, Fermín Sánchez², Núria Salán³, David López²

¹Dep. Lenguajes y Sistemas Informáticos, ²Dep. Arquitectura de Computadores,

³Dep. Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica

Universitat Politècnica de Catalunya

¹EUNETIB, C/ Urgell 187, 08036 Barcelona; ²FIB, C/ Jordi Girona 1-3, 08034 Barcelona;

³ETSEIAT, C/ Colom 11, 08222 Barcelona

antoni.perez-poch@upc.edu, fermin@ac.upc.edu, nuria.salan@upc.edu, david@ac.upc.edu

Resumen

En este trabajo se realiza un análisis de los factores que más peso tienen en la mejora de la calidad docente en un contexto de enseñanza de la Informática y la Telemática en Grados de Ingeniería Industrial. El estudio se ha realizado en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Los autores son miembros de los grupos de innovación docente GIDMat, VISCA y GtPOE del proyecto RIMA (<http://www.upc.edu/rima>, Recerca i Innovació en Metodologies d'Aprenentatge). Se realiza también un análisis del impacto que se produce en la calidad docente al introducir técnicas de aprendizaje activo y cooperativo con autoevaluación y co-evaluación, así como la inclusión del ePortfolio en la docencia de Grado en Ingeniería Industrial. El estudio se centra en una asignatura troncal de fase inicial y en una asignatura optativa de último curso. Se presentan datos de rendimiento académico y satisfacción del alumnado, medidos con la encuesta estandarizada SEEQ. Para validar los resultados se han usado datos procedentes de dos grupos de control en los que se ha realizado enseñanza tradicional. Además, se comparan estos resultados con los obtenidos en grupos de plan antiguo, para los que se dispone de datos correspondientes a ocho cursos académicos. Los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas entre los grupos que siguen la enseñanza con metodologías activas, respecto a los grupos de control.

Por último, se ha realizado un análisis multifactorial ANOVA para justificar las diferencias observadas en los resultados académicos en la asignatura optativa de último curso, concluyéndose que la aplicación de éstas técnicas es el factor predominante ($p < 0,05$), por encima de la nota de acceso a la titulación o de la procedencia del alumnado (bachillerato, módulos profesionales, otros). Para el curso básico de Informática, por el contrario, se ha observado que el factor principal ($p < 0,01$) es la nota de acceso. En conclusión, los métodos activos mencionados contribuyen a la mejora de la motivación del alumnado en todos los casos y son el factor principal de la calidad docente en los cursos finales de la titulación.

Palabras clave: Aprendizaje activo, aprendizaje cooperativo, ePortfolio, calidad docente, motivación.

Recibido: 9 de abril de 2014; **Aceptado:** 6 de octubre de 2014.

1. Introducción y Objetivos

1.1. Introducción

En este trabajo se analiza el impacto que han tenido las metodologías de aprendizaje activo y cooperativo en la enseñanza de una asignatura básica y en una optativa de cuarto cuatrimestre del Grado en Ingeniería Técnica Industrial. El

impacto se interpreta como la mejora de la calidad docente medida con indicadores. Los principales indicadores usados son el rendimiento académico y la satisfacción por la docencia recibida, los más habituales en el ámbito educativo.

En la actualidad es del máximo interés conocer qué impacto real tiene la introducción de estos métodos en la calidad docente. Algunos autores [18] han estudiado las causas, en opinión de los profesores y alumnos, del bajo rendimiento

en las universidades españolas y han propuesto mejoras en el marco del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior), entre ellas, cambios en la metodología docente. Otros autores [6, 13] estudian el rendimiento académico de los alumnos en nuestras universidades en distintos niveles educativos. En nuestro estudio, como veremos, se han ido introduciendo progresivamente estas metodologías en el aula desde mucho antes de la llegada del EEES, con lo que se puede estar en disposición de analizar cuál es el verdadero impacto de estas innovaciones educativas.

En una publicación anterior [16] se expusieron algunos resultados parciales. En el presente trabajo se han extraído algunos datos más concretos y cuantitativos que se han considerado interesantes.

1.2. Objetivos del estudio

Como objetivos del trabajo, nos planteamos encontrar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Ha mejorado el rendimiento académico del estudiantado? Si hay mejora, ¿en qué medida es ésta consecuencia de los cambios metodológicos?
2. ¿Existen diferencias significativas en los resultados entre los cuatrimestres de otoño y primavera? ¿En qué medida influye la masificación de la clase?
3. ¿Cuál es la percepción del alumnado sobre estas metodologías? ¿En qué aspectos concretos del proceso de enseñanza-aprendizaje han influido significativamente?
4. ¿Pueden extrapolarse estos resultados a otras asignaturas y a otras enseñanzas?

En definitiva, con esta experiencia: ¿qué se podría decir que se ha aprendido de cara a la reforma educativa de la enseñanza superior en el marco del EEES?

El estudio objeto de este artículo se centra en una asignatura de fase selectiva del plan de estudios reformado 2002 —pre-EEES—, en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Esta reforma fue una de las últimas en realizarse en nuestra universidad antes de la implantación de los planes de estudios del EEES. El carácter innovador y pionero de esta reforma se plasmó en la implantación explícita de créditos no presenciales y en la inclusión de técnicas de aprendizaje activo y cooperativo en muchas asignaturas de las titulaciones que se imparten.

La asignatura estudiada se denomina Fundamentos de Informática y está dirigida a alumnos de primer cuatrimestre de las cuatro especialidades de Ingeniería Técnica que se impartían en este centro docente: Química, Mecánica, Electricidad y Electrónica Industrial, convertidas en Grados de Ingeniería (EEES) desde el curso 2009–2010. No se presuponen conocimientos previos. En la EUETIB, el primer cuatrimestre constituye la Fase Selectiva de la enseñanza. De acuerdo con la

normativa académica vigente, los alumnos deben superar todas las asignaturas del primer cuatrimestre, incluyendo Fundamentos de Informática, en un máximo de dos cuatrimestres. En caso contrario, no pueden continuar los estudios que han empezado en la EUETIB al menos durante los 3 años siguientes.

1.3. Contexto y metodología docente

El perfil del alumnado es claramente distinto en los cuatrimestres de otoño y primavera. En el cuatrimestre de otoño el aula está masificada, con más de 80 estudiantes por clase, la mayoría de nuevo ingreso. En cambio, en el cuatrimestre de primavera alrededor del 90 % de los matriculados son repetidores; el aula está menos masificada (entre 20 y 40 alumnos) y, además, cambia la motivación del alumnado, que habitualmente está más preocupado por superar la Fase Selectiva que por el propio contenido de la materia. Se hacen necesarias estrategias que se adapten a cada una de las situaciones expuestas.

Desde la implantación de esta reforma se han probado diversas estrategias de aprendizaje activo [20] y cooperativo [4, 5] en el aula, entre las que se incluyen:

- Intercambio de apuntes. Se incluye una breve pausa, dentro de una explicación, para que los alumnos comparen, entre ellos, los apuntes que han recogido hasta el momento.
- Problema propuesto, 3 por 3. Se proponen tres problemas en la pizarra, habitualmente de programación, que tiene relación directa con lo que se ha explicado. Se solicita que, en grupos de 3, cada grupo resuelva uno diferente, al azar. Al final, deben exponerlo ante la clase.
- Problema propuesto cooperativamente. Se propone un problema en la misma clase y en cada grupo se asignan roles alternativamente.
- Problema propuesto en dos sesiones. Es una variante del caso anterior.
- Eje de actividad. Se trata de una práctica semipresencial que se desarrolla durante el cuatrimestre. Algunas partes se resuelven en clases de problemas, otras en clase de prácticas y el alumnado debe acabar el trabajo fuera del horario académico. Se intenta que comprenda los aspectos más importantes del curso. Resolver la práctica por sí mismos supone haber adquirido las competencias básicas de la asignatura.
- Diez más diez. Diez minutos para resolver un problema individualmente y diez minutos más para consensuar con un compañero una solución única y entregarla.

En todas estas estrategias y sus variantes, la nota que obtiene el alumnado suma puntos que se valoran como parte de las notas parciales. El alumnado es advertido a principio de

curso de que no se valora la asistencia a clase, sino la calidad de los ejercicios realizados que, en cualquier caso, nunca cuentan negativamente para la nota final. A pesar de que algunas de estas estrategias son más sencillas de realizar en clases menos masificadas, hay que resaltar que incluso en clases de más de 80 alumnos se han probado con éxito, si bien la labor del profesorado no puede ser tan efectiva debido al limitado tiempo existente.

Durante el curso 2009–2010 se implantó el plan de estudios del EEES en la EUETIB. La asignatura se mantiene en el plan de estudios como obligatoria de fase inicial, con equivalente número de créditos ECTS.

Para comparar, se ha realizado también un estudio similar sobre una asignatura optativa de cuarto cuatrimestre denominada Telemática del plan 2002, y su equivalente en el nuevo plan de estudios: Internet y Telecomunicaciones. En esta asignatura el perfil del estudiantado es distinto, ya que convoca a estudiantado de especialidad, motivado por la materia. Además en el nuevo plan de estudios la asignatura se imparte íntegramente en inglés. Para los datos recogidos del plan antiguo se tiene en cuenta que se realiza un proyecto cooperativo durante la mitad del curso, con grupos formales y estables.

2. Metodología de investigación

Para valorar el impacto académico de estas estrategias se han recogido de forma sistemática los datos de las calificaciones obtenidas desde el curso de 2002–03 hasta el actual. En el cuatrimestre de primavera del 2004–2005 y de otoño del 2006–2007 se impartió la enseñanza sin realizar actividades de tipo activo o cooperativo. De esta manera, se puede considerar este grupo, relativamente reducido en número ($N = 85$) como grupo de control. El motivo por el que se realizó docencia tradicional en estos dos casos fue el de poder disponer de grupos para comparar su rendimiento con los otros grupos que han seguido enseñanza activa, teniendo el mismo profesorado. En estos dos grupos de control, la evaluación se realizó mediante dos exámenes parciales y un examen final, sumando la calificación de las clases prácticas de forma independiente. En los grupos con enseñanza activa las calificaciones obtenidas durante la evaluación continua han formado parte de la nota de los controles parciales, pero no influían en la nota del examen final, que se mantiene igualmente y conserva el mismo porcentaje en la nota final de la asignatura. Por esta razón, consideramos que no debería producirse un efecto de “suma” de las calificaciones de evaluación continua en clase que hiciese pensar en que la calificación del examen final pierda peso. Finalmente, en los grupos de control la docencia se realizó con clases magistrales, tanto de teoría como de problemas. Los datos anteriores al curso 2009–2010 se refieren a la misma asignatura con el plan de estudios 2002 pre-EEES.

Se han recogido las notas de acceso con que los alumnos acceden al centro durante todos estos cursos y se han recogido también los datos relativos a la procedencia de los alumnos, así como la duración media de los estudios por año académi-

co. Con estos datos se pretende estudiar cuán relevantes son estos factores respecto a la introducción de metodologías de aprendizaje activo y cooperativo en el aula.

Asimismo, se han recogido sistemáticamente datos relativos a la satisfacción del alumnado con respecto a la docencia recibida. Para ello, se ha utilizado la encuesta estandarizada de calidad docente Student’s Evaluations of Education Quality, SEEQ [1, 9, 10], durante todos los cuatrimestres. Esta encuesta dispone de distintos apartados que se refieren a diferentes aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje que permiten valorar el grado de aceptación de estas estrategias por parte del estudiantado y extraer información específica y útil. Su uso está muy extendido en diversas universidades y hay multitud de estudios de investigación educativa que la referencian, lo cual hace que esta encuesta resulte especialmente adecuada para un estudio de larga duración. Los ítems de la encuesta fueron revisados y traducidos por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC para su adaptación a nuestro contexto educativo. Esta encuesta, adaptada para la docencia en la UPC, está disponible para su consulta [9] junto con abundante documentación asociada, útil para su análisis. También puede consultarse una revisión de la investigación en educación realizada con ella [10]. La encuesta consta de 37 ítems a los cuales el alumno responde con una cifra del 1 al 5, significando el 1 “Muy en desacuerdo” con el ítem, el 2 “En desacuerdo”, el 3 “Neutro”, el 4 “De acuerdo” y el 5 “Muy de acuerdo”. Los ítems de la encuesta están divididos en distintos apartados, conceptos que se hacen explícitos al propio encuestado. Estos apartados se detallan en el Cuadro 1, junto con un ejemplo de pregunta de cada apartado. En el cuestionario, además, existen dos espacios adicionales para valorar las clases de laboratorio y para hacer comentarios y sugerencias generales sobre la asignatura.

Las encuestas académicas SEEQ se realizaron durante la última semana de clase presencial en el aula, después de una breve explicación en la que se exponen los motivos de este estudio y se solicita la honesta colaboración del estudiantado.

Existen además unas encuestas institucionales que la propia universidad realiza de manera regular. Estas encuestas, que se hacen actualmente en formato electrónico, presentan, en opinión de estos autores, algunas carencias que las hacen poco útiles para un estudio de investigación de estas características. En primer lugar, existe el dato objetivo de la bajísima participación de los alumnos en las encuestas institucionales. Este hecho es especialmente grave desde que se implantó el formato electrónico para estas encuestas en nuestra universidad. En algunas asignaturas la participación es menor del 10 % del estudiantado matriculado, lo que pone en duda su significación estadística. Además, no se realizan sistemáticamente en todos los cuatrimestres. Por el contrario, las encuestas SEEQ han sido respondidas por el 76 % de los alumnos matriculados en las asignaturas objeto de estudio durante estos cursos, se han pasado presencialmente, lo que garantiza la identidad e idoneidad de quien las ha respondido. Además hemos podido disponer de datos de las encuestas sistemáticamente en todos los cuatrimestres que ha durado este estudio.

Ámbito de evaluación	Ejemplo de pregunta
Calidad del aprendizaje	He aprendido cosas que considero valiosas.
Entusiasmo	El profesor consigue que sus presentaciones sean amenas.
Organización	Las explicaciones del profesor eran claras.
Interacción con el grupo	Se invitaba al estudiantado a preguntar y se daban respuestas satisfactorias.
Actitud personal	El profesor se ha mostrado accesible con el estudiantado.
Contenido	El profesor ha presentado diversos puntos de vista cuando era necesario.
Exámenes	Los métodos de evaluación del curso eran equitativos y adecuados.
Trabajos del curso	La bibliografía y el material recomendado de este curso son completos y adecuados.
Carga de trabajo y dificultad	Este curso, comparado con otros, ha sido: Muy fácil (1), Fácil (2), Normal (3), Difícil (4), o Muy Difícil (5).
Visión General	Este curso es mejor que la mayoría de los que he cursado en esta Universidad.
Otras opiniones	La calificación final que esperas obtener del curso es: Menor que 3 (1), Entre 3 y 5 (2), Entre 5 y 7 (3), Entre 7 y 9 (4), Mayor que 9 (5).

Cuadro 1: Ámbitos evaluados en la encuesta SEEQ [9].

En segundo lugar, la información que se hace llegar desde el Gabinete de calidad y planificación de la universidad al profesorado implicado es muy limitada y no permite valorar todos los aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Debido a estas dos razones no se han incluido los datos de las encuestas docentes institucionales de la Universitat Politècnica de Catalunya en el presente estudio.

Finalmente, se ha realizado un estudio estadístico multifactorial para conocer si el rendimiento académico es un factor asociado al nivel previo del alumno o bien a la metodología aplicada en la clase, y se ha formalizado el problema mediante un modelo de regresión lineal multifactorial [3, 7]. En este modelo, formalizado en la Ecuación 1, el rendimiento académico del estudiantado en esta asignatura se basaría en una dependencia lineal entre la nota obtenida en la asignatura (variable dependiente) y la nota de ingreso en la titulación, un factor que depende de si procede de bachillerato o de ciclos formativos, y un factor que tiene en cuenta si el sujeto pertenece a un grupo en que se aplican las técnicas de aprendizaje activo o cooperativo o bien si forma parte de un grupo control con enseñanza predominantemente basada en clases expositivas.

$$\text{Nota final} = \alpha + \sum_{i=1}^N \beta_i f_i \quad (1)$$

El modelo, por tanto, supone que el rendimiento académico del alumno, medido según la nota final de la asignatura que obtiene, es una suma lineal de variables independientes (f_i) que tienen asociado un peso. El peso de cada uno de los factores (β_i) es el valor que se calcula en la regresión lineal del modelo, y da idea de la importancia que tiene este factor en el rendimiento final del alumno. Finalmente, α es el término independiente, constante, que calcula el modelo de regresión. Sumando las contribuciones de cada uno de los N factores f_i , ponderados por su peso correspondiente β_i , y sumando el término independiente α , se obtiene la predicción de la nota final del alumno a parte del modelo de regresión. Los factores f_i cualitativos se convierten en valores ordinales (procedencia del alumno, pertenencia o no a grupo con aprendizaje activo), y finalmente se normalizan los valores máximos de todos los factores a 1 antes de realizar el cálculo de la regresión.

En los casos en que la procedencia está asociada a vías de entrada del tipo de traslado de expedientes desde otras titulaciones, simultaneidad de estudios o acceso como titulado, se ha asemejado el parámetro de acceso al asignado al acceso desde bachillerato. En los casos en los que no se disponía de datos de todos los factores, se ha eliminado el caso del estudio. Asimismo, se ha distinguido otro factor adicional, en función de si el alumnado pertenece a un grupo de otoño (con minoría de repetidores y más masificado, entre 60 y 90 alumnos) o de primavera (con mayoría de repetidores y máximo de 30 alumnos). Esta diferenciación se pierde en el actual plan de estudios del EEES y no se ha continuado realizando.

Para realizar todos los cálculos estadísticos se ha utilizado el paquete estadístico SSPS versión 17 [8, 14].

3. Resultados

3.1. Objetivo 1. Rendimiento académico del estudiantado

Con respecto al Objetivo 1: “¿Ha mejorado el rendimiento académico del alumnado? Si hay mejora, ¿en qué medida es consecuencia de los cambios metodológicos?”, se ha realizado una prueba de homogeneidad de medias con datos independientes [3, 7] de la media de la nota final de la asignatura entre los grupos control (media = 4,35) y el resto de grupos con aprendizaje activo del mismo cuatrimestre de primavera (media = 6,23). Para aplicar esta prueba, se estiman las variancias poblacionales por sus estimaciones y se calcula el estadístico t de Student. Se supone que la distribución de medias en cada grupo sigue una distribución normal. Los resultados muestran que hay diferencias significativas en las dos poblaciones ($t = 5,14, p = 0,024$).

Asimismo, se ha realizado la misma prueba estadística con el porcentaje de aprobados entre los grupos control y el resto de grupos con aprendizaje activo del mismo cuatrimestre de primavera. Se ha constatado también una mejora significativa ($t = 3,65, p = 0,023$) entre el porcentaje de aprobados de los grupos de primavera (65,4%) respecto de los grupos control (34,1%). Recordemos que se trata de los grupos formados en su mayoría por repetidores que deben superar la fase selectiva de forma inmediata. Esta diferencia significativa no se detecta respecto al grupo de control de otoño, formado por no repetidores. Al realizar las mismas pruebas estadísticas no se obtienen diferencias significativas ($t = 0,85, p = 0,23$) en el contraste de medias de notas finales entre grupos de control (media = 5,24) y otros grupos (media = 5,43) en el cuatrimestre de otoño. Al mirar el porcentaje de aprobados, 60,8% en el grupo de control y 62,4% en los grupos, tampoco se obtienen resultados significativos ($t = 0,45, p = 0,34$).

La mejora en el rendimiento académico se produce únicamente, pues, en el grupo en el que la mayoría de matriculados son repetidores.

3.2. Objetivo 2. Diferencias entre grupos de distintos cuatrimestres

En relación al Objetivo 2: “¿Existen diferencias entre los cuatrimestres de otoño y primavera?”, el rendimiento académico se mantiene relativamente estable en ambos grupos de otoño y primavera. Las estrategias de aprendizaje activo se aplican con mayor frecuencia en los grupos de primavera pero no se encuentran diferencias significativas a lo largo de los cuatrimestres estudiados. No parece que la variable grupo masificado sea relevante, puesto que el rendimiento académico es comparable en todos los grupos de otoño, se apliquen o no técnicas de aprendizaje activo y cooperativo en el aula.

En efecto, al establecer un contraste de homogeneidad de medias, mediante el cálculo del estadístico t de Student, entre la media de la nota final en los grupos de primavera, con la

misma media en los grupos de otoño, más masificados, no se obtienen diferencias significativas ($t = 0,24$, $p = 0,35$).

3.3. Objetivo 3. Percepción de los alumnos de la calidad docente recibida

Para responder al Objetivo 3 del presente estudio: “¿Cuál es la percepción de los alumnos sobre estas metodologías? ¿En qué aspectos concretos del proceso de enseñanza-aprendizaje han influido significativamente?”, se analizan de forma sistemática las respuestas a las encuestas SEEQ durante siete cuatrimestres consecutivos. Planteamos un contraste de homogeneidad de medias entre la nota media con que se puntúa cada uno de los apartados de la encuesta (ver Tabla 1) en cada uno de los grupos. Se compara la nota media obtenida en los grupos con aprendizaje activo con la nota media en los grupos de control. Esta nota es la media de los distintos ítems que forman el apartado, puntuada por cada alumno y promediado para todos los alumnos del mismo grupo. Para cada apartado se calcula el estadístico correspondiente t de Student y se obtiene su significación estadística.

No se han encontrado diferencias significativas entre la media de los ítems pertenecientes a los apartados de la encuesta SEEQ siguientes: Aprendizaje ($t = 0,58$, $p = 0,14$), Entusiasmo ($t = 0,45$, $p = 0,23$), Organización ($t = 0,47$, $p = 0,31$), Interacción con el grupo ($t = 0,24$, $p = 0,18$), Actitud personal ($t = 0,25$, $p = 0,21$), Contenido ($t = 0,54$, $p = 0,31$), Exámenes ($t = 0,24$, $p = 0,28$), Trabajos del curso ($t = 0,56$, $p = 0,32$), Carga de trabajo y dificultad ($t = 0,48$, $p = 0,26$), Visión general ($t = 0,48$, $p = 0,17$) y Otras opiniones sobre la materia y el curso ($t = 0,12$, $p = 0,43$).

Por el contrario, en los apartados de Motivación por el aprendizaje e Interacción con el grupo existe una diferencia significativa entre el grupo de control y el resto de grupos de otoño ($p < 0,05$). Este nivel de significación muestra que no se puede aceptar la hipótesis nula de que las diferencias en las respuestas entre los grupos con metodología activa y el grupo de control son debidas al azar con un 95 % de probabilidad. La mejora entre las medias de los apartados va de 2,5 a 3,6 en Aprendizaje (grupo de control contra grupo con metodología activa; $t = 3,45$, $p = 0,023$), y de 2,1 a 3,7 en Interacción con el grupo (grupo de control contra grupo con metodología activa; $t = 2,89$, $p = 0,035$).

Si realizamos la misma prueba sólo con los grupos de otoño, más masificados, la significación estadística aumenta ($p < 0,01$). En este caso, la mejora entre las medias de los apartados va de 2,1 a 3,8 en Aprendizaje (grupo de control contra grupo con metodología activa; $t = 5,28$, $p = 0,006$), y de 2,0 a 4,2 en Interacción con el grupo (grupo de control contra grupo con metodología activa; $t = 4,98$, $p = 0,008$).

De estos resultados se concluye que la introducción de estas estrategias aumenta de forma significativa la motivación por el aprendizaje y el grado y la calidad de la comunicación en el aula. De la media de la encuesta de cada alumno se puede calcular el grado global de satisfacción por la calidad de

enseñanza recibida. La calificación obtenida puede ir desde 1 (Muy insatisfactoria) hasta 5 (Muy satisfactoria). La media obtenida es Bastante satisfactoria ($3,6 \pm 0,3$), resultado obtenido haciendo la media de los ítems Visión general de la encuesta, para todos los alumnos encuestados. Para hacer el cálculo, se eliminaron las encuestas con más de un 80 % de respuestas con valor 3 o con más de un 80 % de respuestas no contestadas.

En la Figura 1 se pueden observar algunos valores seleccionados de los distintos aspectos estudiados en la encuesta SEEQ para los cursos 2002–2009.

En la Figura 2 se comparan resultados obtenidos en las encuestas durante el cuatrimestre de otoño para los cursos 2002–2009.

3.4. Generalización de los resultados

En relación al Objetivo 4: “¿Pueden extrapolarse estos resultados a otras asignaturas o a otras enseñanzas?”, existen abundantes referencias en la literatura de los últimos diez años sobre innovación educativa que sugieren una respuesta afirmativa. De hecho, es en asignaturas poco masificadas y de cuatrimestres posteriores donde se han aplicado estas metodologías con más frecuencia [15]. En este estudio se ha podido contrastar que, con una correcta organización y un incremento de trabajo razonable para el profesorado, es posible conseguir buenos resultados incluso en asignaturas de fase inicial y en aulas con 60–70 alumnos en clase.

Se han recogido también los datos de rendimiento académico y satisfacción del alumnado de los cursos 2009–2012 (EEES). Se ha realizado una prueba de contraste de homogeneidad de medias de la nota final de la asignatura por grupos, entre grupos del plan de estudios anterior y el plan de estudios nuevo.

Los resultados no ofrecen diferencias significativas entre grupos con el estadístico t de Student de los distintos planes de estudios ($t = 0,34$, $p = 0,35$). Debemos concluir que el cambio de plan de estudios no ha alterado significativamente los resultados.

3.5. Modelo de regresión multilíneal del rendimiento académico del estudiantado

Se ha realizado un análisis de regresión multifactorial a partir del análisis ANOVA [7, 14], según la Ecuación 1, con los resultados académicos obtenidos en la asignatura como variable dependiente. Así, cuando un alumno no se ha presentado a ningún acto de evaluación durante el curso, se ha contabilizado su rendimiento académico como cero dentro del estudio. Los resultados más relevantes se muestran en el Cuadro 2 para la asignatura Fundamentos de Informática y en el Cuadro 3 para la asignatura Telemática.

En los cuadros se reseñan los resultados correspondientes a la correlación lineal de la nota final que obtiene cada alumno, en relación con los factores estudiados. En la primera columna se obtiene un resultado ($1 - \beta_i$), que da idea de

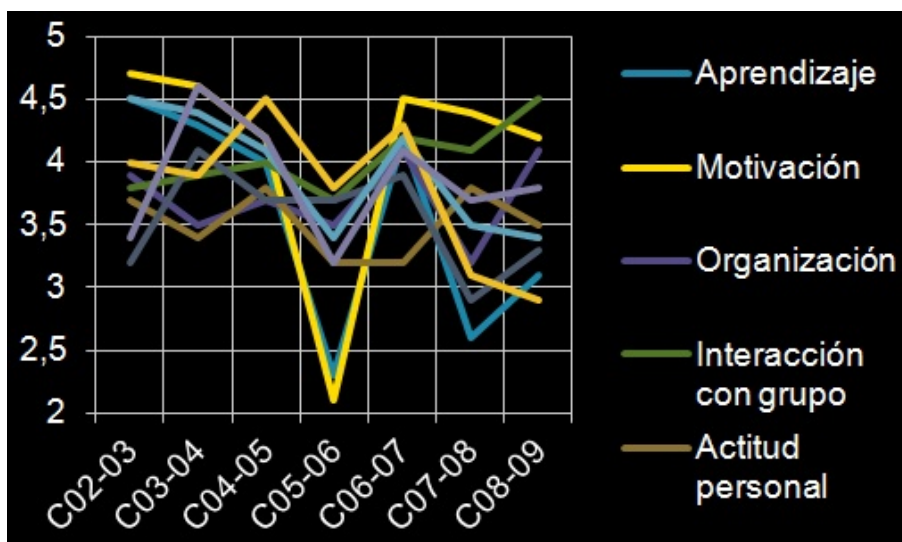


Figura 1: Valoración de la docencia recibida según encuestas SEEQ.

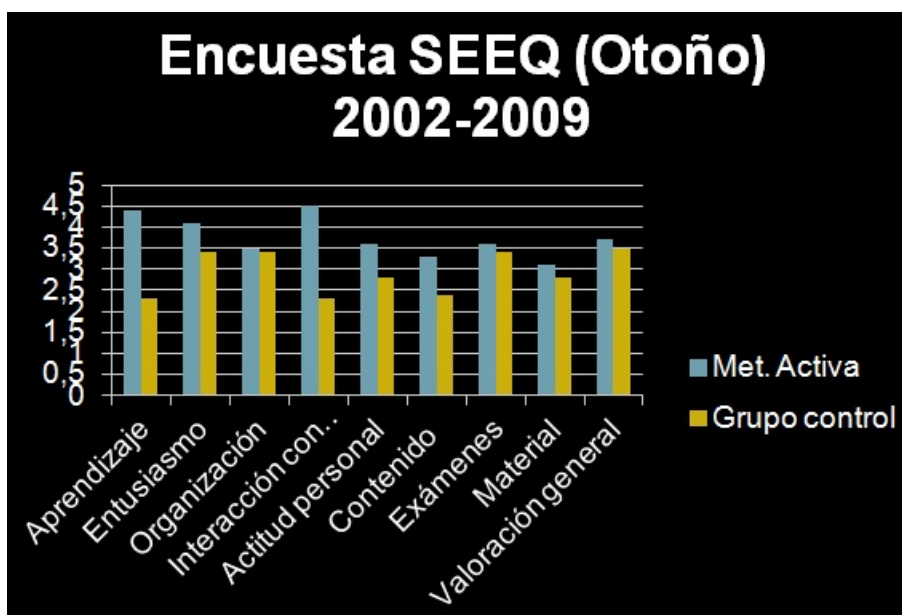


Figura 2: Valoración de la docencia recibida en grupos de cuatrimestre de otoño, con clases más masificadas.

la profundidad de la relación, siendo más fuerte el peso del factor reseñado a la izquierda cuánto más próximo a cero es este resultado. El valor de la columna de la derecha (Significación) indica la significación estadística de la correlación obtenida, usando un nivel de significación $p = 0,05$.

La dependencia más fuerte se corresponde con la calificación de acceso y constituye claramente el mayor predictor de los resultados académicos del alumno en el caso de la asignatura Fundamentos de Informática. En el caso de Telemática, el factor preponderante es la implantación de metodologías activas. La participación en grupos con aprendizaje activo tiene también una dependencia positiva. Sin embargo, no se observa ninguna dependencia entre la procedencia Bachillerato/Otras vías respecto de la procedencia de Ciclos formativos.

El mismo análisis, tomando como variable dependiente el aprobar o suspender la asignatura, o el número de años empleados por el alumno en acabar la titulación, en caso de superar la fase inicial, no arrojó otros resultados significativos. Los resultados numéricos para la asignatura Fundamentos de Informática, se muestran en el Cuadro 2. Asimismo, los resultados obtenidos en la regresión multifactorial para la asignatura Telemática se muestran en el Cuadro 3.

4. Discusión

Existen múltiples variables que interaccionan en el aula, desde el propio profesor a las características particulares del grupo-clase o a la temática de la asignatura. Sería deseable plantear estudios multidimensionales que aporten más pistas sobre cuál sería la mejor manera de introducir la docencia activa de forma personalizada. Un tema interesante es la aplicación de nuevas tecnologías como soporte al aula. Este tema no ha sido estudiado en este trabajo y se espera poder analizarlo en futuros cuatrimestres.

Los resultados obtenidos son compatibles con los obtenidos en otro trabajo de investigación de la calidad docente [17] en el que se analizaba, con una metodología similar, el impacto en la calidad docente de la introducción de técnicas de aprendizaje cooperativo en una asignatura optativa de cuarto cuatrimestre, con un máximo de 25 alumnos por curso durante una serie de cursos más corta, pero introduciendo también un grupo de control. En aquel caso, mejoraban los mismos apartados de la encuesta SEEQ (Aprendizaje e Interacción con el grupo) además de observarse una significativa mejora en el rendimiento académico respecto de los grupos de control.

Es tema de discusión hasta qué punto la nota de corte de entrada de los alumnos en la titulación es o no un factor determinante en su futuro rendimiento académico [12, 19]. Otros autores han estudiado en asignaturas similares la influencia de la procedencia de los alumnos (bachillerato/ciclos formativos) con análisis de la varianza y modelos de regresión lineal [2, 11]. En estos trabajos, la nota de acceso ha resultado ser siempre un factor determinante en el rendimiento académico durante la titulación, por encima de las metodologías empleadas en las asignaturas objeto de investigación. Los re-

sultados obtenidos en este estudio y en los que los autores han realizado anteriormente abundan en esta línea. Parece que, independientemente de la procedencia del alumnado, y por encima del mayor empeño que ponga el profesorado en aplicar metodologías activas en sus clases, es la nota de acceso el factor predominante. Estos resultados sugieren que la motivación y capacidad intrínseca del alumnado por el aprendizaje sigue siendo decisiva, por encima de otros factores en la fase inicial de los estudios, pero deja de serlo en cursos posteriores.

Son necesarios más estudios sistemáticos de evaluación de la calidad, en otras asignaturas y con distintos profesores, para ver cuáles son las estrategias idóneas en cada caso.

Sin embargo, es significativo que la mejora en la satisfacción del alumnado con la docencia recibida, así como la mejora en su motivación por el aprendizaje, es un resultado que se repite en los estudios de referencia. En los alumnos de fase inicial no se demuestra que mejore su rendimiento académico, pero sí hay estudios concluyentes de esta mejoría en cursos posteriores. Una vez superada la fase selectiva, probablemente las diferencias entre el alumnado se reducen y entonces el factor calidad que supone la implantación de metodologías activas y cooperativas en el aula pasa a tener mayor importancia.

5. Conclusiones

Este trabajo presenta un estudio en el que se pretende estudiar si el uso de metodologías activas en la enseñanza universitaria, y en especial, en primeros cursos masificados de ingeniería, mejora la calidad del aprendizaje. Para ello, se ha realizado un estudio estadístico cuantitativo de largo alcance, incluyendo análisis multifactorial. De los resultados obtenidos se extraen las siguientes conclusiones:

- La mejora en el rendimiento académico se produce únicamente en grupos no masificados en los que la mayoría de alumnos son repetidores (Metodología activa contra grupo de control). Es posible aplicar estas estrategias, adaptadas al contexto, en grupos masificados de fase inicial.
- Las estrategias de aprendizaje activo se aplican con mayor frecuencia en los grupos menos masificados, pero no se encuentran diferencias significativas a lo largo de los cuatrimestres estudiados entre grupos grandes y pequeños de fase inicial.
- La inclusión de metodologías activas en fase inicial y en grupos masificados mejora la percepción por parte del alumnado de su Motivación por el aprendizaje e Interacción con el grupo de forma significativa (metodología activa contra grupo de control).
- El grado de satisfacción por parte del alumnado sobre la calidad de enseñanza recibida es globalmente satisfactorio. Independientemente de la metodología docente utilizada, la satisfacción está por encima del valor medio.

variable independiente	$(1 - \beta_i)$	Significación
Nota de acceso	0,025	0,032
Metodología activa	0,167	0,085
Otoño/Primavera	0,171	0,014

Cuadro 2: Modelo de regresión multifactorial: Fundamentos de Informática.

variable independiente	$(1 - \beta_i)$	Significación
Nota de acceso	0,052	0,044
Metodología activa	0,122	0,043
Otoño/Primavera	0,844	0,006

Cuadro 3: Modelo de regresión multifactorial: Telemática.

- El factor predominante que predice el rendimiento académico en asignaturas de fase inicial es la nota de acceso a la titulación, por encima de la procedencia del alumno, de la masificación del grupo o de la metodología docente empleada. El factor predominante en asignaturas optativas de intensificación de últimos cuatrimestres de la titulación es la metodología docente empleada.

En resumen, la implantación de una metodología activa y cooperativa en diversos contextos docentes mejora diversos aspectos de la calidad docente con un coste razonable para el profesorado.

La calidad del aprendizaje en las Universidades se ha convertido en un imperativo que reclama la sociedad y como tal debe ser abordado. Las metodologías activas y cooperativas mejoran significativamente el rendimiento global en asignaturas de cursos posteriores a la fase inicial y en grupos no masificados de alumnos repetidores de fase inicial y mejoran también significativamente algunos aspectos motivacionales del proceso de enseñanza-aprendizaje en todos los grupos estudiados, lo que sugiere estar en el buen camino hacia la excelencia académica.

En conjunto, es opinión de los autores que este estudio, por la cantidad de datos analizados a lo largo de más de ocho años, podría servir como referencia a la hora de plantear la reforma de las metodologías docentes en la enseñanza universitaria de las asignaturas de Informática en el marco de la evaluación de la implantación del EEES en las universidades españolas.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer sinceramente al estudiante que ha respondido voluntariamente los cuestionarios estandarizados SEEQ a lo largo de los cursos mencionados. Asimismo, se expresa agradecimiento al personal de gestión académica de la EUETIB, que ha proporcionado los datos necesarios para este estudio, y también se agradece la colaboración

de todos los profesores de las asignaturas mencionadas que han participado en el estudio.

Referencias

- [1] Philip C. Abrami: *SEEQing the truth about student ratings of instruction*. Reseña del libro de *Students' Evaluations of University Teaching: Research Findings, Methodological Issues, and Directions for Future Research* de Herbert W. Marsh. Educational Researcher, vol. 18, num. 1, pp. 43–45. Enero-febrero de 1989.
- [2] J.V. Benlloch Dualde, E. Bonet Salom, J. Más Estellés, J.M. Meseguer Dueñas y L.M. Sánchez Sáez. *Estudio comparado del rendimiento de los alumnos de primer curso procedentes de COU frente a los procedentes de FP*. En Actas de las IV Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 98, pp. 210 – 217. Sant Julià de Lòria, Andorra. Julio 1998.
- [3] Louis Cohen, Lawrence Manion y Keith Morrison: *Research methods in Education, 6ª edición*. Routledge. NY, 2010.
- [4] Richard M. Felder y Rebecca Brent: *Effective strategies for cooperative learning*. Journal of Cooperation & Collaboration in College Teaching, vol. 10, núm. 2, pp. 69–75. 2001.
- [5] Rafaela García, Joan A. Traver e Isabel Candela: *Aprendizaje cooperativo: fundamentos, características y técnicas*. Editorial CCS. Madrid, 2001.
- [6] Alejandro Guillén-Riquelme, Ottavia Guglielmi, María Teresa Ramiro, Ángel Castro y Gualberto Buena-Casal: *Rendimiento en el doctorado de los becarios FPU y FPI en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y en las universidades públicas españolas*. Aula Abierta vol. 38, núm. 2, pp. 75–82, 2010.

- [7] Wayne K. Hoy: *Quantitative Research in Education: a primer*. SAGE. Londres, 2009.
- [8] IBM: *SPSS Solutions for Education*. <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/academic/> Fecha de última consulta, 10 de octubre de 2014.
- [9] Institut de Ciències de l'Educació, UPC: *Enquesta de satisfacció SEEQ*, http://www.upc.edu/ice/innovacio-docent/eines_i_recursos/eines-upc/enquesta-de-satisfaccio-seeq Fecha de última consulta, 10 de octubre de 2014.
- [10] Herbert W. Marsh y Lawrence A. Roche: *Making students' evaluations of teaching effectiveness effective: The critical issues of validity, bias, and utility*. American Psychologist, vol. 52, núm. 11, pp. 1187–1197. Noviembre, 1997.
- [11] Jorge Mas-Estellés, José M. Valiente, Luisa Zúnica, Rosa Alcover, José V. Benlloch y Pedro Blesa: *Estudio de la influencia sobre el rendimiento académico de la nota de acceso y procedencia COU/FP en la E.U. de Informática*. En Actas de las VIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2002, pp. 197–204. Cáceres, 2002.
- [12] J. Mas-Estellés, R. Alcover-Arándiga, A. Dapena-Janeiro, A. Valderruten-Vidal, R. Satorre-Cuerda, F. Llopis-Pascual, T. Rojo-Guillén, R. Mayo-Gual, M. Bermejo-Llopis, J. Gutiérrez-Serrano, J. García-Almiñana, E. Tovar-Caro y E. Menasalvas-Ruiz: *Rendimiento académico de los estudios de informática en algunos centros españoles*. En Actas de las XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2009, pp. 5–12. Barcelona, 2009.
- [13] David Molero López-Barajas: *Rendimiento académico y opinión sobre la docencia del alumnado participante en experiencias piloto de implantación del Espacio Europeo de Educación Superior*. RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa vol. 13, núm. 2, pp. 175–190. 2007.
- [14] Daniel Muijs: *Doing quantitative research in education with SPSS, 2ª edición*. SAGE. Londres, 2011.
- [15] Antoni Perez-Poch y Ferran Virgós Bel: *Un modelo para aplicación sistemática de aprendizaje cooperativo*. En Actas de las VIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2002, pp. 99–106. Cáceres, 2002.
- [16] Antoni Perez-Poch: *Aprendizaje cooperativo: implantación de esta técnica en dos asignaturas reformadas y evaluación de resultados*. En Actas de las X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2004, pp. 95–101. Ed. Thomson. Alicante, 2004.
- [17] Antoni Perez-Poch: *Aprendizaje Activo y Cooperativo. ¿Qué hemos aprendido de analizar su impacto en la calidad docente?*. En Actas del VI Congreso Interamericano de Docencia Universitaria e Innovación, CIDUI 2010. Barcelona, 2010.
- [18] Francisco Javier Tejedor Tejedor y Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso: *Causas del bajo rendimiento del estudiante universitario (en opinión de profesores y alumnos)*. *Propuestas de mejora en el marco del EEES*. Revista de Educación, núm. 342, pp. 443–473. Enero-abril de 2007. Disponible en: http://www.ince.mec.es/revistaeducacion/re342/re342_21.pdf
- [19] Edmundo Tovar, Oliver Soto y Cristina Romero: *Estudio de rendimiento en asignaturas de primer curso en una titulación de Ingeniería en Informática*. En Actas de las XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2009, pp. 13–20. Barcelona, 2009.
- [20] Miguel Valero-García: *Cómo conseguir que los alumnos hagan más ejercicios*. En Actas de las VIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2002, pp. 343–349. Cáceres, 2002.



Antoni Perez-Poch es profesor del Departamento de Lenguajes y Sistemas informáticos de la UPC Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech, con docencia en la EUETIB, Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona. Sus áreas de interés son la investigación educativa, el procesado digital de imágenes y la experimentación en microgravedad.



Dr. Fermín Sánchez Carracedo (Barcelona, 1962) es Técnico Especialista en Electrónica Industrial por la E.A. SEAT (Barcelona, España, 1981), Licenciado en Informática desde 1987 y Doctor en Informática desde 1996, los dos últimos títulos obtenidos en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC BarcelonaTech, Barcelona, España). Su campo de estudio es la arquitectura de computadores y la innovación docente.

Desde 1987 trabaja como profesor en el Departament d'Arquitectura de Computadors de la UPC, donde es profesor Titular de Universidad desde 1997. Ha sido consultor de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) desde 1997 hasta 2010 y vicedecano de innovación de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) desde mayo de 2007 hasta junio de 2013. Desde julio de 2013 ocupa el cargo de adjunto de innovación

en el decanato de la FIB. Tiene varias decenas de publicaciones relacionadas con sus temas de investigación, es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales y autor y coautor de varios libros y capítulos de libro. Actualmente trabaja en el desarrollo de nuevas arquitecturas multihebra para procesadores VLIW, la sostenibilidad en las Tecnologías de la Información y la innovación en la educación universitaria.

El Dr. Sánchez es miembro de AENUI, es miembro del Comité Directivo de JENUI desde septiembre de 2006 y ha sido su presidente las ediciones 2011-2013, ha sido miembro del Comité de Organización y Programa de diversas conferencias y otros eventos nacionales e internacionales, es miembro de la ONG TxT (Tecnología per Tothom) desde 2004, director del MAC (Museo de Arquitectura de Computadores) desde Febrero de 2006 y miembro de la junta directiva del Cercle Fiber-FIB Alumni desde Noviembre de 2002.



M. Núria Salán Ballesteros, nacida en Barcelona en Junio de 1963. Licenciada en CC. Químicas (Metalurgia), por la Universidad de Barcelona, y Doctorada en Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica por la Universitat Politècnica de Catalunya

Es Profesora del Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la UPC desde 1992,

con dedicación docente en la ETSEIAT (Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa) y en la EET (Escola d'Enginyeria de Terrassa).

Ha sido Subdirectora de la ETSEIAT (Promoción y Relaciones Institucionales) y, actualmente, es Directora de la Sección Departamental en el Campus de Terrassa, así como directora del Grupo de investigación en Materiales Compuestos Avanzados, COMPOLAB, ubicado en la ETSEIAT, desde el cual dirige varias tesis doctorales y trabajos de investigación de estudiantado.

Desde Septiembre de 2008, es Coordinadora Académica del Proyecto RIMA (Recerca i Innovació en Metodologies d'Aprenentatge), vinculado al ICE de la UPC; desde Abril de 2009 es Coordinadora Académica del Portal Científic i Tècnic de la UPC, y desde Junio de 2011 es Coordinadora Académica del Programa de Género de la UPC.

Su actividad investigadora ha estado siempre dividida entre los materiales (vinculada al CIEFMA, Centre d'Integritat Estructural i Fiabilitat dels Materials), la Innovación Docente (vinculada a los grupos de RIMA) y la Igualdad de Oportunidades, como miembro de GIOFACT (Grup de Recerca per a la Igualtat d'Oportunitats en Arquitectura, Ciència i Tecnologia).

Ha publicado artículos, guías AQU y libros de texto (papel y multimedia) y ha formado parte de grupos de profesorado galardonados con el Premio a la Calidad Docente que otorga el Consell Social de la UPC en cuatro ocasiones (2002, 2003, 2009 y 2010). Paralelamente, ha formado parte de grupos de profesorado galardonados con la Distinció Vicens Vives en dos ocasiones (años 2009 y 2010).



David López (Barcelona, 1967) es profesor titular de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Licenciado y doctor en informática (UPC 1991 y 1998 respectivamente), imparte clases desde 1991.

Aunque su tesis versó sobre compilación y arquitecturas para códigos numéricos, en 2004 dio un giro radical a su investigación dedicándose a la educación, la ética y la sostenibilidad en la informática, habiendo publicado más de 70 artículos científicos y divulgativos en esta nueva etapa. Ha impartido más de un centenar de talleres y conferencias en el tema de competencias transversales, especialmente en temas de sostenibilidad y comunicación. Es responsable de la competencia Comunicación en la Facultat d'Informàtica de Barcelona. En la actualidad, es presidente de la ONG Tecnología para Todos (TxT) y subdirector de formación del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC.

El Dr. López es miembro de las asociaciones AENUI, SEFI y ASEE.



2014 A. Pérez, F. Sánchez, N. Salán, D. López. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional que permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra en cualquier medio, sólido o electrónico, siempre que se acrediten a los autores y fuentes originales y no se haga un uso comercial.