

Metodología de clase inversa con aprendizaje entre pares en una asignatura de programación orientada a objetos de primer curso. Resultados preliminares.

Juan Ruiz de Miras, José-Ramón Balsas-Almagro, Ángel-Luis García-Fernández
Departamento de Informática
Universidad de Jaén

Jaén

demiras@ujaen.es, jrbalsas@ujaen.es, algarcia@ujaen.es

Resumen

La asignatura *Programación Orientada a Objetos* en nuestra universidad ha venido presentando indicadores académicos con un nivel por debajo de lo esperado, lo que ha suscitado la preocupación del profesorado por implementar mejoras para corregirlos. El curso pasado se introdujo una metodología de clase inversa con aprendizaje entre pares, y este trabajo presenta los resultados preliminares de su implantación. Las clases de teoría de la asignatura se han realizado mediante clase inversa, apoyada en cuestionarios previos de trabajo autónomo, y utilizando aprendizaje entre pares asistido por el software Socratic. Los principales resultados académicos, indicadores de participación en las actividades y opinión de los estudiantes han sido recopilados y comparados con los cursos previos. Todos los indicadores estudiados han mejorado respecto a los valores obtenidos en los cursos anteriores. Se han encontrado diferencias significativas en los conocimientos adquiridos con la nueva metodología respecto de los valores obtenidos en los cursos previos donde se utilizaban metodologías más tradicionales. Estos resultados sugieren que la nueva metodología implantada favorece el estudio autónomo del estudiante, la participación y seguimiento de las clases y por tanto la adquisición de conocimientos. Este análisis preliminar debe ser ampliado y contrastado con los resultados de los próximos cursos académicos.

Abstract

For many years, the values of the academic indicators for the course *Object-Oriented Programming* taught at our university have been below the expectations. This provoked an increasing concern in the course teachers to implement new strategies to improve these results. The combination of flipped-classroom and peer instruction methodologies was implemented last academic year, and this study presents the prelim-

inary results that have been obtained. Theory lectures were delivered using a flipped-classroom methodology, based on previous homework questionnaires and peer instruction in the classroom, assisted by the *Socratic* application. The values of the main academic indicators, the degree of involvement in the course activities and the students' feedback were collected and compared with the data from previous academic years. We have found significant differences in the students' academic results with respect to previous academic years (when traditional teaching methodologies were used). These preliminary results suggest that the application of the new methodology results in an improvement of the quality of the autonomous work of the students, as well as their involvement in the lectures, and therefore their level of knowledge acquisition regarding the course. This preliminary analysis is to be extended with further comparison with the results of forthcoming academic years.

Palabras clave

Clase inversa, aprendizaje entre pares, programación orientada a objetos.

1. Introducción

La asignatura *Programación Orientada a Objetos* se encuadra en nuestra Universidad en el primer curso del Grado en Ingeniería Informática. Esta asignatura ha venido mostrando desde su implantación unos resultados académicos por debajo de lo esperado por su profesorado, especialmente en la tasa de no presentados y en el abandono de la asignatura. Hasta el curso 2016/2017 la asignatura se impartía utilizando la lección magistral para las clases de teoría (dos horas semanales) y guiones de prácticas a realizar previamente a las sesiones de laboratorio (dos horas semanales). Adicionalmente, al finalizar cada tema se dedican varias sesiones de teoría a la resolución de

problemas en la pizarra por parte de los estudiantes y al trabajo colaborativo en clase mediante la resolución de supuestos en pequeños grupos. Además del examen final de teoría, los estudiantes tienen que realizar dos exámenes de prácticas delante del ordenador, uno a mitad de cuatrimestre y otro al final.

Tras asistir a un taller sobre la metodología de clase al revés con aprendizaje entre pares impartido por Mercedes Marqués [4], los tres profesores de la asignatura se decidieron a implantar esta metodología para el curso 2017/2018. Básicamente, la clase inversa consiste en proporcionar los contenidos a los estudiantes para que los estudien antes de la clase. Después, la clase se dedica a trabajar los contenidos con más profundidad y ampliarlos, aclarar dudas e identificar los errores comunes, contando con el apoyo del profesor y la interacción con los compañeros (aprendizaje entre pares) [1, 5]. La aplicación de la clase inversa con aprendizaje entre pares en asignaturas de programación cuenta ya con variadas experiencias previas [2, 3]. En estos trabajos se pone de manifiesto que la principal motivación para incluir estas metodologías es evitar el abandono prematuro y fomentar que los estudiantes se involucren más en las clases. En este estudio se muestran los resultados preliminares de la aplicación en nuestra asignatura de esta metodología, comparándolos con los obtenidos en los cursos anteriores.

2. Materiales y métodos

2.1. Participantes

Se han analizado los resultados académicos y datos de seguimiento de los 932 estudiantes que han cursado la asignatura *Programación Orientada a Objetos* en los cinco cursos académicos que van del 2013/2014 hasta el 2017/2018. Se han seleccionado estos cursos porque en todos ellos se ha mantenido el mismo conjunto de actividades de evaluación de la asignatura (teoría 50% de la nota final y prácticas 50% de la nota final) y el mismo control de asistencia. Para intentar evitar sesgos en los análisis estadísticos debidos a la propia capacidad de cada estudiante y por tanto al nivel medio de los estudiantes de cada curso, se han recopilado también sus notas de admisión al grado para incorporarlas como covariables en todos los modelos estadísticos.

2.2. Metodología

Durante los cursos 2013/2014 a 2016/2017 la metodología docente para la impartición de las clases de teoría fue la lección magistral. Estas sesiones de teoría se apoyaban en diapositivas y código fuente de

ejemplos que los estudiantes tenían a su disposición previamente a las clases.

La metodología de clase inversa con aprendizaje entre pares se aplicó durante el curso 2017/2018 en las clases de teoría de todos los grupos de la asignatura (3 grupos, uno de ellos impartido en inglés). La metodología no se aplicó en las clases prácticas ya que éstas se dedican a la resolución de las dudas surgidas al estudiante al realizar el guion en sus horas de trabajo autónomo. Los conceptos tratados en los guiones son justamente los estudiados previamente en las clases de teoría. Durante este curso se les proporcionó a los estudiantes una ficha de trabajo autónomo para la preparación de cada clase de teoría con una semana de antelación. Cada una de estas fichas contenía los objetivos de la sesión, el material a estudiar, la actividad a realizar, la fecha límite para la realización de la actividad y su puntuación. El material a estudiar como trabajo autónomo por parte del estudiante consistía en los apartados del libro de texto así como las diapositivas de clase y el código fuente relacionados con la materia específica tratada en la sesión. La actividad a realizar consistía en algún ejercicio de programación sencillo y un test de 3 o 4 preguntas realizado a través de la plataforma de docencia virtual de la universidad. El 15% de la nota final de la asignatura correspondió a la corrección de los tests de trabajo autónomo. De manera previa a la celebración de cada clase los profesores revisaban los porcentajes de acierto de cada una de las preguntas del test correspondiente. Esto permitía detectar los conceptos mejor asimilados por los estudiantes en su estudio autónomo, así como aquellos otros que les costaban más y que por tanto fueron los que centraron el trabajo de la clase. Las sesiones de teoría se desarrollaron utilizando la metodología de aprendizaje entre pares. Para los conceptos más importantes a tratar se plantearon preguntas a los estudiantes utilizando el software *Socrative* para que las contestaran de manera anónima. Si el porcentaje de acierto estaba entre el 30% y el 70%, entonces se les dejaban unos minutos para que discutieran entre ellos la cuestión planteada y buscaran la respuesta correcta. Los conceptos cuyas cuestiones *Socrative* no superaban finalmente un 70% de respuestas correctas fueron los que centraron el mayor esfuerzo de los profesores en ser explicados y ejemplificados. Las sesiones de teoría concluían revisando las preguntas de los cuestionarios de trabajo autónomo a modo de repaso y para que los estudiantes recibieran el feedback a su trabajo realizado en casa. El temario de la asignatura y su distribución cronológica fueron esencialmente los mismos en los cinco cursos académicos analizados en este estudio, salvo pequeñas correcciones para ajustarse a las fechas festivas de cada año.

2.3. Análisis estadístico

Las comparaciones entre cursos en los cinco años analizados se han realizado mediante un análisis de la covarianza (ANCOVA), controlando la nota de admisión como covariable y utilizando la corrección de *Bonferroni* para múltiples comparaciones. Las correlaciones calculadas se han obtenido mediante el coeficiente de correlación parcial lineal (ρ), controlando igualmente la nota de admisión de los estudiantes. En todos los análisis estadísticos se han considerado como resultados estadísticamente significativos aquellos con un p-valor menor de 0.05. Los análisis se han realizado con el software IBM SPSS 24 y con el *toolbox* estadístico de MATLAB R2013a.

3. Resultados

El cuadro 1 muestra de forma comparada la demografía, las tasas y los resultados académicos recopilados y analizados para los cinco cursos académicos.

	2014	2015	2016	2017	2018	p-valor
N	149	185	191	204	203	
Nota Adm.	7.36 (1.51)	7.80 (1.84)	7.43 (1.73)	7.77 (1.58)	8.18 (1.83)	0.356 ^a
T. Rend.	32.43%	43.41%	39.36%	48.99%	55.05%	
T. Éxito	53.57%	72.48%	67.27%	75.19%	76.22%	
T. NP	39.46%	40.11%	41.49%	34.85%	27.78%	
Nota Exam.	4.34 (2.45)	4.80 (2.26)	3.95 (2.67)	5.54 (2.56)	5.85 (2.42)	<0.001 ^b
Asist. Prác.	50.30%	63.97%	60.45%	68.36%	69.62%	
Nota Ex. 1 Prác.	4.52 (2.25)	4.93 (2.57)	4.89 (2.92)	5.75 (3.05)	6.43 (2.95)	<0.001 ^b
Nota Ex. 2 Prác.	4.18 (2.40)	6.01 (2.82)	6.68 (2.78)	7.15 (2.66)	7.37 (2.49)	<0.001 ^b

Cuadro 1. Demografía, tasas y resultados académicos. N: número de estudiantes, Nota Adm.: nota de admisión (sobre 14), T. Rend.: tasa de rendimiento (aprobados/matriculados), T. Éxito: tasa de éxito (aprobados/presentados), T. NP: tasa de no presentados, Nota Exam.: nota del examen de teoría (sobre 10), Asist. Prác.: porcentaje medio de asistencia a las sesiones de prácticas, Nota Ex. 1 Prác: nota del examen de prácticas intermedio (sobre 10), Nota Ex. 2 Prác: nota del examen de prácticas final (sobre 10).

Los valores de las notas se expresan como media (desviación estándar). ^a: p-valor para ANOVA, ^b: p-valor para ANCOVA.

Estos resultados muestran que no hay diferencias significativas en la nota media de admisión entre cursos (p-valor = 0.356), es decir, el nivel medio de los estudiantes de cada curso es estadísticamente similar. Sin embargo, sí aparecen diferencias significativas entre cursos tanto en la nota del examen de teoría como en las notas de los exámenes de prácticas. Como se puede apreciar en el cuadro 1, en los

tres casos las notas obtenidas en el curso 2017/2018 son mayores a las de los cursos anteriores. En concreto, el análisis por parejas revela que hay diferencias significativas en la nota media del examen de teoría entre el curso 2017/2018 y los cursos 2013/2014 (p-valor < 0.01), 2014/2015 (p-valor < 0.05) y 2015/2016 (p-valor < 0.001), pero no entre los cursos 2017/2018 y 2016/2017. De manera similar, la nota media del examen de prácticas intermedio es significativamente mayor en el curso 2017/2018 que en los cursos 2013/2014 (p-valor < 0.05), 2014/2015 (p-valor < 0.01) y 2015/2016 (p-valor < 0.001). Para el caso del examen de prácticas final, la nota media del curso 2017/2018 es significativamente mayor a la de los cursos 2013/2014 (p-valor < 0.001) y 2014/2015 (p-valor < 0.01).

Los datos mostrados en el cuadro 1 también revelan que todas las tasas académicas (rendimiento, éxito y no presentados) han proporcionado los mejores resultados para el curso 2017/2018. Respecto al porcentaje medio de asistencia a prácticas, un claro indicador del seguimiento de la asignatura, es también en el curso 2017/2018 cuando se ha alcanzado el mejor valor. Con el fin de evaluar la influencia del trabajo autónomo realizado en el curso 2017/2018 sobre el rendimiento del estudiante, se han calculado las correlaciones entre la nota obtenida en el examen de teoría, el número de cuestionarios de trabajo autónomo realizados y la nota obtenida en los mismos, controlando la variable de la nota de admisión. Estos resultados arrojan unas correlaciones positivas, entre moderadas y fuertes, y estadísticamente significativas entre el número de cuestionarios contestados y la nota del examen de teoría ($\rho = 0.49$, p-valor < 0.001) y entre la nota del trabajo autónomo y la nota del examen de teoría ($\rho = 0.56$, p-valor < 0.001). El porcentaje medio de realización de los diferentes guiones de trabajo autónomo ha sido de un 56% del total de los estudiantes.

Respecto a la evaluación del aprendizaje entre pares realizado en el aula durante el curso 2017/2018, se han evaluado los resultados de la interacción que realizaron los estudiantes mediante el debate y contestación a cuestiones a través de la plataforma *Socrative*, comparando los porcentajes de acierto de las primeras y las segundas respuestas. La primera respuesta fue correcta en una media del 52.89% de los estudiantes. Aquellas preguntas que necesitaron de debate entre los estudiantes y que fueron contestadas por segunda vez fueron respondidas correctamente con un incremento medio del 8.68% respecto de la primera respuesta dada de forma individual. La asistencia media a las clases de teoría en el aula obtenida a través de la interacción con *Socrative* fue de un 53.14% del alumnado matriculado en la asignatura, dato bastante próximo al 56% de estudiantes que de media realizaron el trabajo autónomo propuesto.

Respecto a las encuestas de opinión que rellenan los estudiantes cada curso para el seguimiento de la asignatura, cabe destacar la respuesta que han dado a la pregunta *¿Revisas el material de teoría correspondiente a cada clase antes de que se imparta dicha clase?* Para los cursos previos a la implantación de la metodología de clase inversa, el porcentaje medio de estudiantes que contestaba *Sí* a esta pregunta era del 50.35%, mientras que para el curso 2017/2018 este porcentaje de respuestas positivas se elevó hasta el 83.33% de los estudiantes.

4. Discusión y conclusiones

En este estudio se han analizado los principales indicadores del rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura *Programación Orientada a Objetos* entre los cursos 2013/2014 y 2017/2018. La metodología docente utilizada en las clases de teoría de la asignatura del curso 2013/2014 al 2016/2017 estaba basada en la lección magistral, mientras que en el curso 2017/2018 se implantó una metodología de clase al revés con aprendizaje entre pares.

Todos los indicadores analizados han sido mejores para el curso 2017/2018 que para los cursos previos, destacando la nota media del examen de teoría, siendo el nivel medio de capacidad de los estudiantes durante todos los cursos similar, medido en base a su nota de admisión al Grado. Estos resultados sugieren que la nueva metodología implantada ha beneficiado claramente la adquisición de los conceptos de la materia por parte de los estudiantes. Sólo el dato de haber conseguido bajar la tasa de no presentados a un 27.78%, cuando otros años ha llegado a más del 40%, justificaría la aplicación de la nueva metodología.

Un resultado clave de la aplicación de la metodología de clase inversa es la capacidad de favorecer el seguimiento continuado de la asignatura por parte de los estudiantes. Este hecho queda de manifiesto en las mayores diferencias del curso 2017/2018 en la nota media del examen de prácticas que se realiza en mitad del cuatrimestre respecto de los cursos anteriores, en la mejora del porcentaje medio de asistencia a las clases de prácticas, así como en las propias respuestas dadas por los estudiantes respecto de su trabajo previo de preparación de las clases. Estos resultados tendrían su explicación en el hecho de que los conceptos trabajados en prácticas son justamente los tratados en teoría. Este seguimiento continuado tiene su lógico reflejo en la adquisición de las competencias de la asignatura, como queda reflejado en las correlaciones positivas encontradas entre la realización del trabajo autónomo y la nota del examen obtenida, independientemente de la capacidad del estudiante.

La metodología de aprendizaje entre pares mediante el debate y contestación de cuestiones a través de la

plataforma *Socrative* en el aula de teoría también ha dado unos buenos resultados, mejorando en más de un 8% la media del número de estudiantes que contestan correctamente a las preguntas planteadas.

La principal limitación a la hora de implantar la nueva metodología fue ajustar las actividades al tiempo disponible para cada clase. Este tiempo (50 minutos) se quedó corto en las primeras sesiones de teoría, debido fundamentalmente a la inercia adquirida tras muchos años de utilizar la lección magistral intentando explicar en la clase toda la materia asignada a la sesión. Una vez que los profesores fueron asimilando la nueva metodología, se vio que no era necesario dedicar mucho tiempo a aquellos conceptos más sencillos que tras la evaluación del trabajo autónomo quedaba claro que estaban adquiridos por la mayoría de los estudiantes.

La principal limitación de este estudio es que sólo cubre la aplicación de la nueva metodología en un curso académico. La intención del profesorado de la asignatura es continuar con la aplicación de la nueva metodología docente, lo que permitirá recopilar todos los datos para su evaluación durante más cursos académicos y poder así contrastar si los resultados siguen la misma línea de mejora mostrada en el curso 2017/2018.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Universidad de Jaén a través del Proyecto de Innovación Docente de código PID22_201617.

Referencias

- [1] Jonathan Bergmann y Aaron Sams. *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. ISTE; 2012.
- [2] Wen-Chu Hsu y Hao-Chiang Koong Lin. Impact of Applying WebGL Technology to Develop a Web Digital Game-Based Learning System for Computer Programming Course in Flipped Classroom. *International Conference in Education and Innovation through Technology*, Taiwan, 2016.
- [3] María Keet. An Experiment with Peer Instruction in Computer Science to Enhance Class Attendance. *Actas de 23rd Annual Meeting of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science, and Technology Education*, Maputo, 2014.
- [4] Mercedes Marqués. Qué hay detrás de la clase al revés (flipped classroom). *Actas las XXII Jenui*, Almería, 2016.
- [5] Eric Mazur. *Peer Instruction: A User's Manual*. Prentice Hall; 1997.