

Memoria de proyectos de innovación y buenas prácticas docentes

A. Datos generales del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Título	Implantación de la metodología de clase al revés en una asignatura de programación y diseño orientado a objetos: Análisis comparativo		
Código	21-01	Fecha de Realización:	Septiembre 2021 a mayo de 2022
Coordinación	Apellidos	Ruiz de Miras	
	Nombre	Juan	
Tipología	Tipología de proyecto	Básicos	
	Rama del Conocimiento	Ingeniería y Arquitectura	
	Línea de innovación	Dimensión 1. Diseño, organización, desarrollo y evaluación de la docencia	

B. Objetivo Principal

El objetivo principal del proyecto es la implantación de la metodología de Clase al Revés en la asignatura Programación y Diseño Orientado a Objetos del segundo curso del Grado en Ingeniería Informática. También se persigue realizar de un análisis comparativo de los resultados obtenidos respecto de la metodología docente actualmente utilizada en la asignatura.

C. Descripción del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Resumen del proyecto realizado: Objetivos, metodología, logros alcanzados, aplicación práctica a la docencia habitual, etc.

Objetivos:

- 1) Implementar la metodología de clase al revés en la asignatura, buscando:
 - a) Mejorar el aprovechamiento de las horas de clase de teoría por parte del alumno
 - b) Incrementar el aprovechamiento de las horas de trabajo autónomo del alumno
 - c) Fomentar el trabajo y seguimiento continuado de la asignatura a lo largo de todo el semestre
 - d) Incentivar el debate y participación de los estudiantes en las clases de teoría
 - e) Reducir el porcentaje de abandono de la asignatura
 - f) Mejorar las tasas de rendimiento académico de la asignatura
- 2) Realizar un análisis comparativo con la metodología docente actualmente utilizada, basado en:
 - a) Recopilar los datos de los principales indicadores académicos obtenidos al aplicarse las diferentes metodologías, así como de la opinión de los estudiantes respecto de su aplicación
 - b) Realizar un análisis estadístico de los datos recopilados, discutir los resultados obtenidos y extraer las conclusiones oportunas

Metodología:

- 1) Revisión y estudio de experiencias previas existentes en la literatura sobre la aplicación de la clase al revés con aprendizaje entre pares
- 2) Planificación, diseño y elaboración del material para el desarrollo de las actividades en clase
- 3) Planificación, diseño y elaboración del material para el trabajo autónomo del alumno

4) Diseño y elaboración de las herramientas para la evaluación del desarrollo e impacto del proyecto

Logros alcanzados:

El proyecto se ha desarrollado en su totalidad:

1) Material elaborado para el desarrollo de las actividades en clase: se ha utilizado la plataforma online Socrative para el diseño de un conjunto de cuestiones que los estudiantes han ido respondiendo desde sus dispositivos móviles en cada clase. La plataforma ha proporcionado al profesor en tiempo real las respuestas dadas por los estudiantes, permitiendo de esta forma conocer el grado de adquisición de los conocimientos y profundizar en aquellos aspectos peor asimilados.

2) Material elaborado para el desarrollo del trabajo autónomo del estudiante: Se ha partido del material de estudio ya disponible en la asignatura (bibliografía, diapositivas de clase, ejemplos de código y ejercicios resueltos). En base a este material se han desarrollado fichas de aprendizaje para cada clase de manera que el estudiante tuviera una guía precisa de cómo realizar su trabajo autónomo. Además, se han elaborado cuestionarios de autoevaluación para cada clase, permitiendo que el estudiante pudiera contrastar el grado de asimilación de los contenidos estudiados.

3) Diseño y elaboración de las herramientas para la evaluación del desarrollo e impacto del proyecto: Se han desarrollado las siguientes herramientas para la recopilación y análisis de la información asociada al proyecto:

- i) Informes de seguimiento de las actividades realizadas en clase utilizando la herramienta Socrative
- ii) Cuestionarios para recoger la opinión de los estudiantes sobre el desarrollo y los resultados del proyecto
- iii) Comparación de los indicadores de rendimiento académico de las diferentes metodologías utilizadas (asistencia a clase de teoría, asistencia al laboratorio de prácticas, calificaciones obtenidas en los exámenes, abandono de la asignatura y porcentaje de realización de las actividades de trabajo autónomo)

4) Publicación de los resultados del proyecto: se ha desarrollado una publicación con la descripción de la implantación de la metodología de clase al revés y los resultados obtenidos. Este artículo ha sido aceptado para ser presentado como ponencia en las XXVIII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, a celebrarse en A Coruña del 6 al 8 de julio de 2022.

Aplicación práctica a la docencia habitual:

La nueva metodología implantada va a seguir siendo utilizada por los profesores de la asignatura en los próximos cursos académicos.

Summary of the Project (In English):

Goals:

- 1) Implement the flipped classroom methodology for:
 - a) Improving the use of theory class hours by the student
 - b) Increasing the use of the student's hours of autonomous work
 - c) Promoting continued work along the semester
 - d) Encouraging discussions and student participation in theory classes
 - e) Reducing the dropout rate
 - f) Improving the academic rates of the subject
- 2) Perform a comparison with the teaching methodology currently used in classes, based on:
 - a) Compiling the data of the main academic indicators obtained when applying the different methodologies, as well as the opinion of the students.
 - b) Analyzing the data collected, discussing the results obtained and extracting the appropriate conclusions

Methodology:

- 1) Review of previous experiences on the application of flipped classroom and peer instruction
- 2) Planning, designing and developing of material for the development of activities in class
- 3) Planning, designing and developing of material for the autonomous work of the student
- 4) Designing and developing of the tools for the evaluation of the impact of the project

Achievements:

The project has been fully developed:

- 1) Material developed for activities in class: The Socrative online platform has been used to design a set of questions that students have answered from their mobile devices in each class. The platform has provided the answers given by the students to the professors in real time, thus allowing them to know the degree of knowledge acquisition and work deeply in those aspects that were worse assimilated.
- 2) Material for student's autonomous work: This material was based on the study material already available in the subject (bibliography, class slides, code samples and exercises). Based on this material, a learning card has been developed for each class so that the student has a precise guide on how to carry out their autonomous work. In addition, self-assessment questionnaires have been developed for each class, allowing the student to know the degree of assimilation of the contents.
- 3) Design and developing of the tools for the assessment of the impact of the project: The following tools have been developed for the compilation and analysis of the information associated with the project:
 - i) Reports of the activities carried out in class using the Socrative tool
 - ii) Student opinion questionnaires on the development and results of the project
 - iii) Comparison of the performance rates for the different methodologies used (attendance to theory class, attendance to the practical laboratory, grades obtained in the exams, drop-out rate and percentage of completion of autonomous work activities)
- 4) Publication of the results of the project: We wrote a paper with the description of the implementation of the flipped classroom methodology and the results achieved. This paper has been accepted to be presented at the XXVIII Conference on University Teaching of Computer Science, to be held in A Coruña from July 6 to 8, 2022.

Practical application to regular teaching:

The flipped classroom methodology implemented is going to be used by the professors of the subject in the coming academic years.

D. Resultados obtenidos

La metodología de clase al revés se ha implantado, según lo previsto, en 2 de los grupos de teoría de la asignatura Programación y Diseño Orientado a Objetos. En base al análisis de toda la información recopilada y la comparación con los datos de los otros grupos donde se siguió aplicando una modalidad docente más "tradicional", estos son los resultados obtenidos más destacados:

- 1) Asistencia a clase: La asistencia a clase, tanto de teoría como de prácticas, es significativamente mayor en los grupos donde se ha utilizado la metodología de clase al revés.
- 2) Rendimiento académico: No se han encontrado diferencias significativas entre grupos ni en la nota obtenida en el examen final de la asignatura ni en la tasa de éxito (aprobados frente a presentados). Sin embargo, la tasa de rendimiento (aprobados frente a matriculados) es significativamente mayor en los grupos con la metodología de clase al revés, mientras que la tasa de no presentados es significativamente menor en estos grupos.
- 3) Trabajo autónomo: La media de cuestionarios de trabajo autónomo contestados por cada estudiante en los dos grupos donde se aplicó la metodología de clase al revés fue de 4.2 y 6.3 (sobre 10), respectivamente. Se han calculado correlaciones entre el número de cuestionarios contestados, la nota media obtenida en ellos y la nota obtenida en el examen final. Sin embargo, estas correlaciones no son altas, estando por debajo de 0.5 (correlación de Pearson).

4) Aprendizaje entre pares: El impacto de las actividades de aprendizaje entre pares se ha analizado midiendo el porcentaje de incremento en el acierto de las preguntas una vez que se discutieron en clase entre los estudiantes. La primera vez que se contestó a las preguntas, se obtuvo un acierto medio del 52%. Este porcentaje medio se incrementó de manera significativa hasta el 68% cuando se contestó a las preguntas una vez discutidas entre los estudiantes.

5) Opinión de los estudiantes: Los estudiantes respondieron a un cuestionario anónimo al final del semestre donde pudieron dar su opinión sobre la metodología utilizada en clase. Todos los grupos coinciden en estar satisfechos con la metodología utilizada. El número de alumnos que han preparado las clases de forma anticipada es significativamente mayor para los grupos donde se ha utilizado la clase al revés. La opinión mayoritaria en los grupos con la metodología de clase al revés es que esta metodología es más útil que la lección magistral. También opinan que la interacción con los compañeros y la utilización de herramientas como Socrative son muy útiles para mejorar su aprendizaje de la asignatura.

Finalmente, hay que destacar que los resultados del proyecto de innovación docente se han publicado en formato ponencia en las XXVIII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2022). Dicha publicación se adjunta a esta memoria.

Results obtained (In English)

The flipped classroom methodology has been implemented, as planned, in 2 of the theory groups of the Object-Oriented Programming and Design subject. Next we present the most outstanding results obtained based on the analysis of all the information collected and the comparison with the data of the other groups where a more "traditional" teaching modality was applied:

1) Class attendance: Class attendance was significantly higher in the groups where the flipped classroom methodology was used.

2) Academic performance: No significant differences were found between groups neither in the grade obtained in the final exam nor in the success rate (passed versus presented). However, the rate of achievement (pass vs. enroll) is significantly higher in the groups with the flipped classroom methodology, while the rate of drop-out is significantly lower in these groups.

3) Autonomous work: The mean number of autonomous work questionnaires answered by each student in the two groups where the flipped classroom methodology was applied was 4.2 and 6.3 (out of 10), respectively. Correlations have been calculated between the number of questionnaires answered, the average mark obtained in them and the mark obtained in the final exam. However, these correlations are not high, being below 0.5 (Pearson's correlation).

4) Peer instruction: The impact of peer instruction activities has been analyzed by measuring how the hit-ratio of the questions increased once they were discussed in class among the students. The first time the questions were answered, an average hit ratio of 52% was obtained. This ratio increased significantly to 68% when the questions were answered after discussion among the students.

5) Student opinion: Students answered an anonymous questionnaire at the end of the semester. All groups agree in being satisfied with the methodology used. The number of students who have prepared the classes in advance is significantly higher for the groups with flipped classroom. Most students in the groups with flipped classroom said that this methodology is more useful than the traditional lecture. They also believe that interaction with classmates and the use of tools such as Socrative are very useful to improve their learning of the subject.

Finally, it should be noted that the results of the project have been presented at the XXVIII Conference on University Teaching of Computer Science (JENUI 2022). This paper is attached to this report.

E. Difusión y aplicación del proyecto a otras áreas de conocimiento y universidades

Los resultados del proyecto se han difundido mediante la publicación de un artículo en las XXVIII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2022), adjunto a esta memoria. En este artículo se describe la implementación de la metodología, los resultados obtenidos y su análisis.

Partiendo de toda esta información, la aplicación de los resultados del proyecto a otras áreas de conocimiento o universidades es fácilmente realizable.

Dissemination and application of the project to other areas of knowledge and universities (In English)

The results of the project have been disseminated through the publication of a paper in the XXVIII Conference on University Teaching of Computer Science (JENUI 2022), attached to this report. This article describes the implementation of the methodology, the results obtained and its analysis.

The application of the project results to other areas of knowledge or universities is easily feasible following all that information.

F. Estudio de las necesidades para incorporación a la docencia habitual

La metodología de clase al revés ya está implantada en la asignatura y, por tanto, va a seguir siendo utilizada de manera habitual para su docencia.

G. Puntos fuertes, las dificultades y posibles opciones de mejora**Puntos fuertes:**

- 1) La metodología de clase al revés propicia el seguimiento continuado de la asignatura, lo que finalmente repercute en unos índices de rendimiento mejores.
- 2) La metodología de aprendizaje entre pares permite una participación más activa del estudiante en clase, poniéndolo en el centro del proceso de enseñanza/aprendizaje.

Dificultades:

- 1) La principal dificultad es conseguir que el estudiante complete adecuadamente su trabajo autónomo previo a la clase.

Opciones de mejora:

- 1) Estudiar la posibilidad de recompensar con una nota adicional la realización del trabajo autónomo
- 2) Realizar un estudio comparativo donde se cuenten con las notas de ingreso de los estudiantes o las que han obtenido en asignaturas previas del grado, de manera que puedan servir de variables de control en los análisis estadísticos.
- 3) Replicar el análisis de datos en cursos posteriores pero intercambiando los horarios de mañana y tarde de los distintos grupos, para así poder analizar el posible sesgo debido al perfil de estudiante en cada turno de docencia.

Implantación de la metodología de clase al revés en una asignatura de programación y diseño orientado a objetos: análisis comparativo preliminar

Nuria Medina-Medina
Universidad de
Granada
Granada
nmedina@ugr.es

Zoraida Callejas
Universidad de
Granada
Granada
zoraida@ugr.es

Francisco Velasco
Universidad de
Granada
Granada
fvelasco@ugr.es

Miguel Lastra
Universidad de
Granada
Granada
mлаstral@ugr.es

María Bermúdez
Universidad de
Granada
Granada
mbe@ugr.es

Ángel Ruiz-Zafra
Universidad de
Granada
Granada
angelr@ugr.es

Francisco M. Garcia-
Moreno
Universidad de
Granada
Granada
fmgarmor@ugr.es

Brunil Dalila Romero
Universidad de
Granada
Granada
bdromero@ugr.es

Juan Ruiz de Miras
Universidad de Granada
Granada
demiras@ugr.es

Resumen

En los últimos años se está popularizando en las aulas universitarias la implantación de la metodología docente conocida como “clase al revés”. En este trabajo se presenta un estudio aplicado a una asignatura de programación y diseño orientado a objetos, donde se han comparado los resultados de la implantación de esta metodología frente a los resultados obtenidos con un modelo de docencia más tradicional. Durante el primer semestre del curso académico 2021/2022, la asignatura se ha impartido en tres grupos diferentes (con un total de 253 estudiantes) utilizando una metodología distinta en cada grupo: 1) metodología tradicional, basada principalmente en la lección magistral; 2) clase al revés; y 3) clase al revés apoyada en instrucción entre pares. Se han recopilado y analizado las tasas de asistencia a clase, de rendimiento académico, los datos de la participación en las actividades previas planteadas en la clase al revés, la participación en las actividades de aprendizaje entre pares en el aula y la opinión de los estudiantes sobre las metodologías utilizadas. Los resultados más destacados indican que la clase al revés favorece la implicación en clase, lo que redundará en unas mejores tasas tanto de presentados como de rendimiento.

Abstract

In recent years, the “flipped classroom” methodology has become popular in higher education. This paper presents a study within a subject of object-oriented programming and design, where the results of the implementation of this methodology have been compared with those obtained with a more traditional teaching model. During the first semester of the 2021/2022 academic year, the subject has been taught in three different groups (with a total of 253 students) using a different methodology in each group: 1) traditional methodology, based mainly on master class; 2) flipped classroom; and 3) flipped classroom supported by peer instruction. Class attendance rates, academic performance, participation in previous activities in the flipped classroom, participation in peer learning activities in the classroom, and students' opinions on the methodologies used have been collected and analyzed. Our results indicate that the flipped classroom favors involvement in class, which results in better rates both in terms of attendance and performance.

Palabras clave

Comparación de metodologías docentes, clase al revés, instrucción entre pares, lección magistral, programación y diseño orientado a objetos.

1. Introducción y trabajo relacionado

El aprendizaje implica una adquisición de conocimiento que solo se alcanza si el sujeto que aprende participa de forma activa en el proceso, ya sea mediante el estudio o la experimentación. Siguiendo un enfoque constructivista, para aprender los estudiantes deben construir su propio conocimiento y esto les convierte en el centro del proceso educativo. Esto significa que el profesor debe presentar y explicar los conceptos y saberes no como un discurso que vierte sobre los estudiantes esperando llenar sus vacíos cognitivos, sino como una información que éstos deben interpretar y analizar antes de transformarla en conocimiento y hacerla formar parte de sí mismos. De poco serviría por tanto, una clase magistral donde el profesor habla y habla sin dar tiempo a los estudiantes a reflexionar sobre lo que se está diciendo. El riesgo de la clase magistral es que los estudiantes no estén atendiendo o si lo están, no trabajen la información recibida de forma suficiente como para poder edificar conocimientos sólidos a partir de ella. Es por esto que cada vez se está apostando por dinámicas más interactivas que potencian la responsabilidad e implicación del estudiante para generar un aprendizaje más sólido y a más largo plazo.

Entre estas metodologías más dinámicas encontramos la “clase al revés” [2] donde al dar la vuelta a la clase lo que se consigue es mover fuera del aula el discurso formativo. La información y actividades de aprendizaje son proporcionadas previamente a los estudiantes en forma de documentos, diapositivas, vídeos, etc. Esto significa que los estudiantes pueden realizar previamente a la clase el trabajo cognitivo de nivel inferior: leer, comprender y memorizar, con la ventaja de que cada estudiante puede tomar el tiempo que necesite para ello. Después, el profesor, en el aula, resolverá dudas y elevará debates más complejos y aplicaciones prácticas de los contenidos trabajados en la fase de trabajo autónomo del estudiante. Parece evidente que de esta forma se alcanzará un aprendizaje más integral y duradero, siempre que la clase al revés esté bien diseñada (alineación de actividades con resultados de aprendizaje) y los estudiantes sean capaces de realizar sus responsabilidades como eje central del proceso educativo que está teniendo lugar (compromiso del estudiantado).

Dado el elevado potencial que la clase al revés presenta, existen diversos estudios que tratan de contribuir a un mejor diseño de esta metodología. De acuerdo con [7], el primer paso obligado es explicar y justificar el uso de la metodología para que los estudiantes comprendan bien cómo funcionará la dinámica de las clases y derribar las posibles

reticencias que pudiera haber por su parte a este nuevo enfoque. Después, será necesario diseñar cuidadosamente las tareas previas a la clase y la propia clase. Respecto a las tareas previas, es imprescindible que éstas contribuyan de forma directa a la adquisición de competencias, sean percibidas por los estudiantes como realizables y su desarrollo tenga un incentivo claro para el estudiante. Por su parte, la clase debe ser meticulosamente planificada para que se puedan resolver dudas, dar retroalimentación sobre las tareas realizadas y profundizar con nuevos ejercicios en lo aprendido, así como identificar aspectos complementarios. También en este trabajo [7] se proponen algunas estrategias adicionales para mejorar las clases, como puede ser el uso de un portafolio, la ludificación de tareas o la instrucción entre pares. Estas estrategias permiten, respectivamente: organizar el conocimiento con un diario de clase para facilitar la reflexión sobre lo aprendido, introducir la diversión en el proceso de aprendizaje para aumentar la motivación de quien aprende y explotar la gran eficacia que tienen las explicaciones que se dan entre sí los estudiantes. Por su parte en [10] se hace énfasis en que la metodología de clase al revés debe servir para enseñar a los estudiantes a conectar la información en lugar de a acumular datos y a pasar de la homogeneidad a la heterogeneidad en el aula, facilitando una educación personalizada. Asimismo, en este trabajo [10] se definen los roles que en esta nueva forma de aprender se exigen del profesor y del estudiante. Roles que, a pesar de haber cambiado, dando más protagonismo al estudiante en su propio proceso de aprendizaje, siguen debiendo colaborar estrechamente para alcanzar el éxito.

La clase al revés puede implementarse en distintos niveles educativos, y si nos centramos en el ámbito universitario encontramos que en los últimos años están surgiendo numerosas iniciativas para llevar esta metodología a la universidad. Algunos autores como [5] sostienen con vehemencia que los estudios universitarios deben evolucionar en su diseño metodológico, que “enseñar no es aprender” y que es preciso centrarse más en el estudiante. Algunas enseñanzas universitarias donde se han integrado con éxito la metodología de clase al revés en España son: Factores Interculturales, del Máster en Enseñanza del Español como Lengua Extranjera y de Otras Lenguas de la Universidad de Sevilla [9], estudios de Enfermería en la Universidad de Valladolid [4], estudios de Comunicación (Crítica Publicitaria) en la Universidad Jaume I [11] y estudios de ingeniería hidráulica (Hidráulica e Hidrología I) en la Universidad de la Coruña [3]. Si nos centramos en la enseñanza de la informática en España tenemos que mencionar el proyecto DRACCAR (Diseño y Realización de Actividades Colaborativas para la

Clase Al Revés) [1][6] donde se involucraron las asignaturas de Ampliación de Matemáticas, Cálculo, Estadística, Introducción a la Programación, Introducción a los Computadores y Tecnología de Computadores de la Universidad de Extremadura y Bases de Datos de la Universitat Jaume I, y de cuya experiencia de coordinación con el método de la clase al revés en grados de Ingeniería Informática se sacan lecciones muy interesantes y positivas respecto a la utilización de esta metodología, como la necesidad de uniformar la metodología para facilitar su seguimiento a los estudiantes de distintas asignaturas donde se esté aplicando.

En este trabajo se ha aplicado la metodología de clase al revés dentro de la asignatura Programación y Diseño Orientado a Objetos del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Granada, pero para poder realizar un estudio comparativo respecto a su utilidad frente a la metodología docente más tradicional vamos a mantener un grupo de control donde se impartirán clases magistrales. Asimismo, en uno de los dos grupos donde se da la vuelta a la clase, también se añaden actividades de instrucción entre pares, con el objeto de determinar si esta técnica mejora los resultados de aprendizaje. Se pretende por tanto aportar evidencias que, salvando las limitaciones que se discuten en la sección 4, ayuden a averiguar si merece la pena darle la vuelta a las clases para la enseñanza de esta disciplina concreta. Con esta intención, el resto del artículo se estructura como sigue: la Sección 2 recoge los materiales y métodos utilizados durante las clases en tres grupos diferentes de la asignatura, la Sección 3 muestra los resultados comparativos entre estos tres grupos y la Sección 4 discute las principales conclusiones obtenidas.

2. Metodología

Hemos analizado los datos de los indicadores recopilados para 253 estudiantes que han cursado la asignatura Programación y Diseño Orientado a Objetos del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Granada durante el primer semestre del curso 2021/2022. La docencia se ha realizado de manera totalmente presencial.

La asignatura se ha impartido en tres grupos diferentes de teoría, cada uno de ellos a cargo de un profesor distinto. Los tres profesores tienen más de 15 años de experiencia docente y más de 10 años de experiencia en la impartición de la asignatura. El número de estudiantes en cada grupo ha sido: A = 81, B = 85 y C = 87. A su vez cada grupo de teoría se ha dividido en tres grupos de prácticas. Los guiones de prácticas fueron los mismos para todos los grupos.

2.1. Clase al revés

Los grupos A y B han implementado la metodología docente de clase al revés en las sesiones de teoría. Además, en el grupo B se ha particularizado esta metodología utilizando también algunas técnicas sistematizadas de aprendizaje entre pares, que se expondrán en el siguiente apartado.

2.1.1. Actividades previas a la clase

Con una semana de antelación a cada clase de teoría, los profesores de los grupos A y B han proporcionado a los estudiantes una ficha de aprendizaje autónomo para que pudieran estudiar y preparar adecuadamente la clase. Cada ficha de aprendizaje consta de los siguientes elementos:

- 1) Los objetivos de la clase.
- 2) Los recursos necesarios para el estudio. Se han proporcionado secciones específicas de la bibliografía con los contenidos relativos a la clase, diapositivas con los aspectos clave, código fuente y ejercicios de ejemplo resueltos.
- 3) Las tareas a realizar como guía del estudio autónomo. Estas tareas han consistido en ejercicios simples y concisos centrados en los conceptos más importantes de la clase, así como un cuestionario tipo test con entre ocho y diez preguntas de opción múltiple.
- 4) Límite de entrega. Fecha y hora límite que los estudiantes tenían para entregar el cuestionario, estableciéndose siempre el día antes de la clase.
- 5) Tiempo de trabajo. En este apartado se ha indicado el tiempo estimado necesario tanto para el estudio del material proporcionado como para realizar las tareas propuestas.

De manera previa a cada clase, los profesores han revisado los cuestionarios entregados por los estudiantes. Así, ha sido posible detectar aquellos conceptos perfectamente entendidos por los estudiantes, así como aquellos otros que presentaron más dificultades en su asimilación. Esta revisión del trabajo previo de los estudiantes se ha utilizado para hacer más hincapié en estos últimos conceptos durante la clase.

2.1.2. Actividades durante la clase

Debido a que los estudiantes han estudiado y trabajado de manera previa los conceptos a tratar en la clase, se ha liberado mucho tiempo de explicaciones ya innecesarias por parte de los profesores, sobre todo de aspectos relacionados con la sintaxis de los lenguajes de programación y diseño. Esto ha permitido desarrollar las clases de una manera más práctica, basándose en la realización de ejercicios por parte de los alumnos centrados en los conceptos más complicados.

Estos ejercicios se han planteado sobre un problema o proyecto incremental que ha servido de

hilo conductor durante todas las clases del semestre. Utilizar este tipo de supuesto incremental durante todo el curso tiene un doble objetivo: 1) evita plantear diferentes enunciados en cada clase y el tiempo de asimilación que ello conlleva y 2) permite también a los profesores basar las preguntas de los cuestionarios de trabajo autónomo sobre este ejercicio incremental.

En la parte final de cada clase se han discutido las preguntas del cuestionario de trabajo autónomo correspondiente, de manera que los estudiantes tuvieran una adecuada retroalimentación sobre las contestaciones que habían dado.

2.2. Clase al revés con aprendizaje entre pares

En el grupo B, además de utilizar la metodología de clase al revés descrita anteriormente, se implementó una metodología de aprendizaje entre pares para guiar el desarrollo de las clases. Esta metodología de aprendizaje entre pares [8] se apoyó en la herramienta *Socrative*¹, fácilmente accesible en el aula desde los portátiles y los teléfonos móviles de los estudiantes. Se ha elegido *Socrative* de entre las herramientas similares existentes (*Kahoot*, *Google forms*, etc.) porque permite mostrar las preguntas de una manera clara y muy personalizable y, fundamentalmente, porque no impone restricciones de tiempo en las contestaciones.

En cada clase, se han presentado tres o cuatro cuestiones a los estudiantes sobre los conceptos más importantes y difíciles de entender (atendiendo a las respuestas dadas en los cuestionarios de trabajo autónomo). Estas preguntas estaban basadas en el supuesto incremental utilizado durante todo el semestre. Cada pregunta ha sido respondida interactivamente por los estudiantes, de manera anónima, utilizando sus portátiles o sus teléfonos móviles. El anonimato en las respuestas es un aspecto clave, porque se pretende que el estudiante responda en base a lo que sabe y sin ningún tipo de presión.

El proceso seguido para cada pregunta ha sido el siguiente:

1) El profesor ha presentado la pregunta para ser respondida de forma individual, disponiendo el estudiante de un breve periodo de tiempo de reflexión, de aproximadamente un minuto.

2) Los estudiantes han respondido a la pregunta y el profesor ha comprobado el porcentaje de acierto, sin revelar todavía cuál era la respuesta correcta.

3) Si el porcentaje de acierto se encontraba entre el 30% y el 70%, entonces se les indicó a los estudiantes que discutieran con sus compañeros de alrededor cuál era la respuesta correcta. Esta discusión duraba unos 5 minutos y en ella los estudiantes se explicaban entre ellos lo que habían respondido y por qué creían que

era la respuesta correcta. El profesor, mientras tanto, paseaba por el aula atendiendo las dudas que surgían cuando algún grupo de estudiantes no se ponía de acuerdo.

4) Nuevamente, la misma pregunta se les planteó a los estudiantes a través de *Socrative* y ellos respondieron en base a las conclusiones sacadas tras la discusión con sus compañeros.

5) Finalmente, el profesor desveló cuál era la respuesta correcta, discutiendo el por qué con los estudiantes.

6) Las preguntas que inicialmente obtuvieron un porcentaje de acierto superior al 70% no necesitaron de discusión en grupo y fueron explicadas de manera rápida por el profesor, entrando en más profundidad sólo en el caso de que algún estudiante preguntara por más detalles.

7) Sin embargo, aquellas preguntas que inicialmente obtuvieron un porcentaje de acierto menor del 30% se explicaron en detalle por parte del profesor, ya que los conceptos tratados en estas preguntas claramente no habían sido correctamente asimilados por los estudiantes.

2.3. Clase tradicional

En el grupo C se siguió una metodología docente tradicional basada en la explicación por parte de la profesora de los conceptos de la asignatura (sin trabajo previo por parte de los estudiantes), apoyada en diapositivas y ejercicios prácticos en pizarra. Durante las sesiones, que tuvieron una duración de dos horas, a menudo se realizaban cuestiones a los estudiantes para comprobar que estaban comprendiendo lo transmitido. Además, cada día se desarrollaba en clase una pequeña tarea ludificada para atraer la atención de los estudiantes. Por ejemplo, para explicar la herencia se usó una caja de peluches donde cada estudiante se identificaba con un animal y tenía que averiguar sus atributos y métodos a partir de una jerarquía de clases dada sobre el reino animal.

2.4. Análisis estadístico

Para comparar cuantitativamente los resultados de aprendizaje se ha realizado el mismo examen en los tres grupos. Las comparaciones de las notas obtenidas en el examen final de la asignatura, del número de cuestionarios contestados y de la nota obtenida en ellos se ha realizado mediante un análisis de la varianza (ANOVA). Debido a que se han comparado simultáneamente las notas de varios grupos, el análisis ANOVA se ha configurado con un test *post-hoc* de Bonferroni para corregir por múltiples comparaciones y también para identificar de manera estadísticamente significativa los pares de grupos con medias diferentes.

¹ <https://www.socrative.com>

La relación entre el trabajo autónomo realizado y la nota obtenida en el examen final se ha analizado calculando las correlaciones entre el número de cuestionarios respondidos, la nota obtenida en esos cuestionarios y la nota del examen final. Estas correlaciones se han calculado mediante una correlación de Pearson (ρ) entre cada par de variables.

Las tasas de éxito, rendimiento y no presentados se han comparado entre grupos utilizando un test χ^2 de Pearson, donde la comparación entre cada par de proporciones se ha realizado utilizando un test Z. El test χ^2 también se ha configurado con un test *post-hoc* de Bonferroni para corregir por múltiples comparaciones entre grupos. Un análisis análogo se ha realizado para comparar los porcentajes de cada respuesta dada en los cuestionarios de opinión que rellenaron los estudiantes al finalizar el semestre.

Todos los análisis estadísticos se han realizado utilizando la aplicación IBM SPSS Statistics 26. Los resultados de los análisis se han considerado estadísticamente significativos cuando el *p-valor* asociado fue menor de 0,05.

3. Resultados

3.1. Asistencia a clase

La asistencia a clase es un indicador claro de la implicación del estudiante en la asignatura. Por tanto, conseguir un incremento de este indicador es uno de los objetivos de la implantación de la metodología de clase al revés. El cuadro 1 muestra el porcentaje medio de asistencia tanto a las clases de teoría como a las de prácticas para cada grupo de la asignatura. La figura 1 muestra la evolución de estos porcentajes de asistencia a lo largo del semestre (el número de semanas no coincide para la teoría y las prácticas debido a los festivos). Los picos altos en las curvas alrededor de las semanas 7 y 8 coinciden con la celebración de pruebas de evaluación parciales.

Gru.	Asist. Teo.	Asist. Prác.	Nota Exam.	Tasa Éx.	Tasa Ren.	No Pres.
A	73%	84%	7,07 ± 1,52	90%	85%	6%
B	78%	85%	6,75 ± 1,76	82%	74%	9%
C	64%	65%	6,70 ± 1,73	81%	60%	26%
<i>p-valor</i>	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p = 0,33$	$p = 0,17$	$p < 0,01$	$p < 0,001$

Cuadro 1: Tasas de asistencia y de rendimiento académico.

Existen diferencias significativas entre grupos tanto en la asistencia a teoría como a prácticas ($\chi^2 = 51,5$, $p < 0,001$ y $\chi^2 = 129,5$, $p < 0,001$, respectivamente). En concreto, el análisis por pares revela que el porcentaje de asistencia a teoría en el grupo B es

significativamente mayor que en los grupos A ($p < 0,05$) y C ($p < 0,001$), y este porcentaje también es significativamente mayor en el grupo A que en el C ($p < 0,001$). Respecto a la asistencia a prácticas, el análisis por pares indica que los porcentajes de asistencia tanto en el grupo A como en el B son significativamente mayores que en el grupo C ($p < 0,001$).

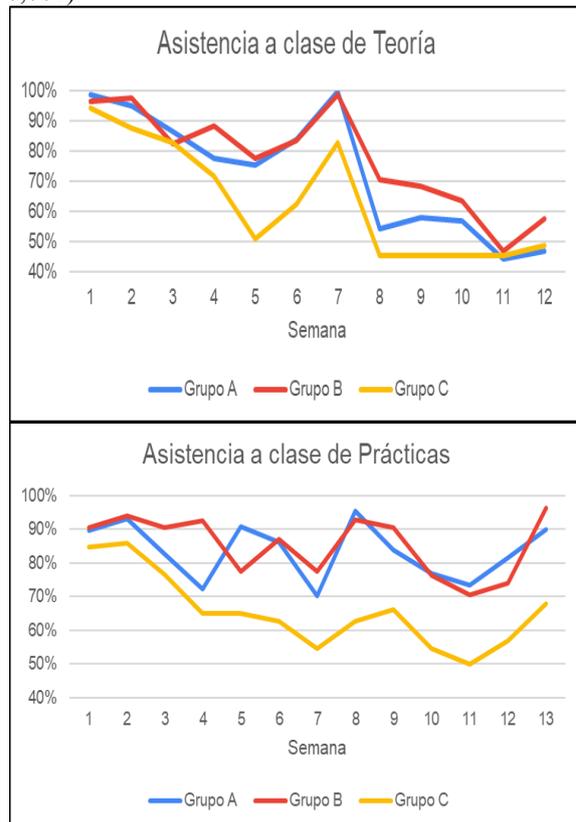


Figura 1: Porcentajes de asistencia a clase.

3.2. Rendimiento académico

Con el objetivo de evaluar el impacto de la metodología sobre el rendimiento académico de los estudiantes, se han analizado cuatro indicadores: la nota del examen final, la tasa de éxito, la tasa de rendimiento y el porcentaje de no presentados (ver cuadro 1).

La figura 2 muestra la distribución de notas del examen final para los tres grupos de la asignatura. El análisis de estas notas revela que no existen diferencias significativas entre grupos ($F = 1,10$; $p = 0,33$).

El cuadro 1 muestra que tampoco existen diferencias significativas entre grupos para la tasa de éxito ($\chi^2 = 3,46$, $p = 0,17$). Sin embargo, sí se han encontrado diferencias entre grupos en la tasa de rendimiento ($\chi^2 = 14,01$, $p < 0,01$) y en la de no presentados ($\chi^2 = 15,66$, $p < 0,001$). En concreto, el análisis entre pares revela que la tasa de rendimiento

del grupo A es mayor que la del grupo C ($p < 0,01$) y que el porcentaje de no presentados es significativamente menor en los grupos A y B que en el grupo C ($p < 0,01$ y $p < 0,05$, respectivamente).

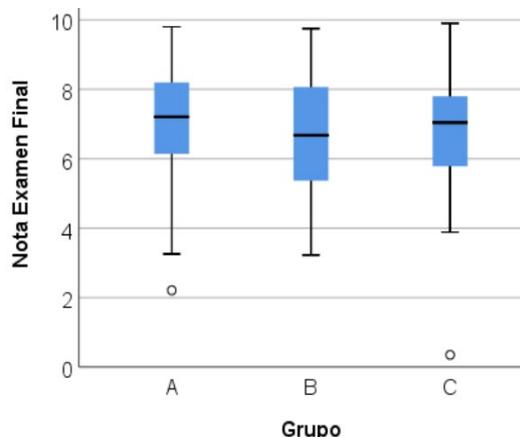


Figura 2: Distribución de las notas del examen final.

3.3. Trabajo autónomo

Con el objetivo de evaluar en qué medida el trabajo autónomo de los estudiantes tiene un impacto en su rendimiento académico, se ha analizado la relación entre el número de cuestionarios de trabajo autónomo contestados, la nota obtenida en ellos y la nota obtenida en el examen final de la asignatura. Este análisis se ha realizado para los grupos A y B, que fueron los grupos donde se utilizaron esos cuestionarios como herramienta de apoyo a la clase al revés.

El cuadro 2 muestra los resultados obtenidos en la evaluación de los cuestionarios de trabajo autónomo. En total, se plantearon 10 cuestionarios durante el semestre y se evaluaron entre 0 y 10. Los datos mostrados en el cuadro 2 indican que hay diferencias entre grupos en el número y la nota obtenida en los cuestionarios ($F = 27,25$, $p < 0,001$; $F = 48,95$, $p < 0,001$, respectivamente), siendo mayores en ambos casos para el grupo B.

Grupo	Cuestionarios contestados (sobre 10)	Nota Cuestionarios (sobre 10)
A	4,20 ± 2,63	1,41 ± 1,05
B	6,33 ± 2,64	3,18 ± 2,04
<i>p</i> -valor	$p < 0,001$	$p < 0,001$

Cuadro 2: Resultados de los cuestionarios de trabajo autónomo.

La relación entre el número de cuestionarios contestados, la nota obtenida en ellos y la obtenida en el examen final se ha evaluado mediante correlaciones. Estos análisis revelan que existe una correlación baja tanto entre la nota del examen final y el número de cuestionarios contestados ($\rho = 0,25$, $p <$

0,01), como entre la nota del examen final y la nota de los cuestionarios ($\rho = 0,31$, $p < 0,001$). La figura 3 muestra las gráficas de estas correlaciones.

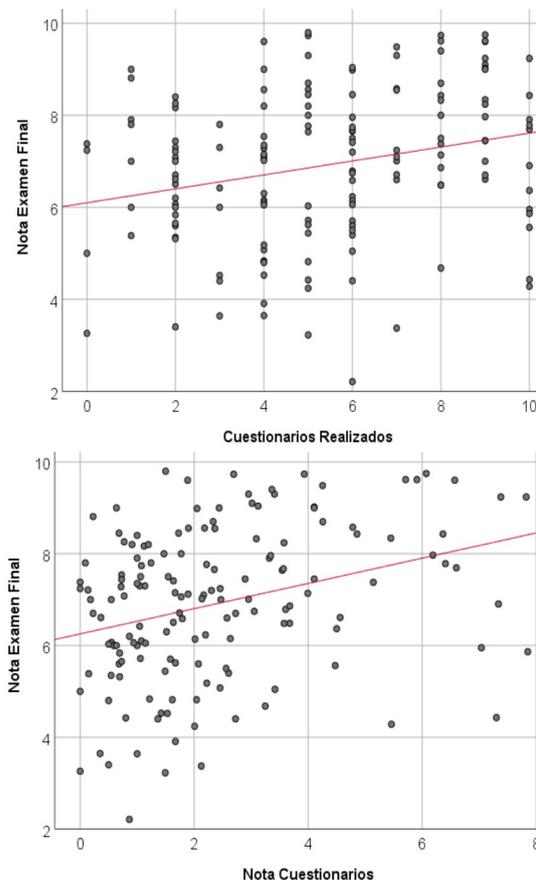


Figura 3: Correlaciones entre el número de cuestionarios realizados, la nota obtenida en ellos y la nota obtenida en el examen final.

3.4. Aprendizaje entre pares

El hecho de haber utilizado la aplicación *Socrative* para dirigir las actividades de aprendizaje entre pares en las clases del grupo B permite realizar una evaluación del impacto que tuvieron las discusiones entre los alumnos en las respuestas que dieron. Esta evaluación se ha realizado comparando los porcentajes de acierto mostrados por *Socrative* para la primera y la segunda vez que cada pregunta se contestó en clase. En media, el porcentaje de acierto de las preguntas la primera vez que se plantearon en clase fue del 52%. Para aquellas preguntas que necesitaron de discusión entre los estudiantes, el incremento medio en el porcentaje de acierto en la segunda respuesta fue del 16%. Este incremento en el porcentaje de acierto es estadísticamente significativo ($\chi^2 = 40.66$, $p < 0,001$).

3.5. Opinión de los estudiantes

Al finalizar el semestre, los estudiantes de los tres grupos de la asignatura respondieron, de manera anónima y por escrito, a un cuestionario de opinión sobre los principales aspectos de la metodología utilizada en clase. El cuestionario tenía dos preguntas en común para los tres grupos de la asignatura:

1) ¿Crees que la metodología utilizada en clase favorece el llevar al día la asignatura?: a) Sí; b) No.

2) ¿Has preparado las clases de teoría estudiando el material antes de la clase?: a) Siempre; b) Casi siempre; c) Algunas veces; d) Nunca.

Además, para los grupos con metodología de clase al revés se plantearon estas preguntas:

3) En general, ¿qué metodología crees que es más útil para tu aprendizaje de la asignatura?: a) Clase al revés; b) Lección magistral tradicional apoyada con diapositivas.

4) ¿Te ha parecido útil para tu aprendizaje [la utilización en clase de la herramienta *Socrative* y] el intercambio de opiniones con tus compañeros?: a) Sí; b) No. (La parte indicada entre corchetes se incluyó sólo para el grupo B).

G r.	N. Cue st.	Preg. 1		Pregunta 2				Preg. 3		Preg. 4	
		a	b	a	b	c	d	a	b	a	b
A	38	87 %	13 %	11 %	59 %	27 %	3%	88 %	12 %	97 %	3 %
B	47	96 %	4% %	17 %	47 %	32 %	4%	89 %	11 %	100 %	0 %
C	28	96 %	4% %	0% %	4% %	46 %	50 %	-	-	-	-
<i>p</i> -valor		<i>p</i> = 0,2		<i>p</i> < 0,001				<i>p</i> = 0,93		<i>p</i> = 0,26	

Cuadro 3: Resultados del cuestionario de opinión de los estudiantes.

En el cuadro 3 se muestra el porcentaje de estudiantes que respondió a cada una de las opciones de cada pregunta. No se han encontrado diferencias significativas entre grupos en el porcentaje de estudiantes que creen que la metodología utilizada en clase facilita llevar al día la asignatura (pregunta 1: $\chi^2 = 3,22$, $p = 0,2$), estando los tres grupos de acuerdo en que la metodología de su clase era adecuada. Sin embargo, sí existen diferencias significativas entre grupos en el porcentaje de estudiantes que han preparado previamente las clases (pregunta 2: $\chi^2 = 49,74$, $p < 0,001$). En concreto, el análisis entre pares ha revelado que en los grupos A y B el porcentaje de estudiantes que siempre o casi siempre han preparado las clases es significativamente mayor que en el grupo C ($p < 0,001$).

Respecto a las preguntas específicas sobre la metodología de clase al revés, tanto en el grupo A como en el grupo B los estudiantes están mayoritariamente de acuerdo en que la metodología de clase al revés es más útil para su aprendizaje que la metodología basada en la lección magistral, no existiendo diferencias entre los dos grupos en esta opinión (pregunta 3: $\chi^2 = 0,008$, $p = 0,93$). De manera

similar, los estudiantes de los grupos A y B están de acuerdo en que las actividades de interacción entre compañeros llevadas a cabo en la clase les han resultado útiles (pregunta 4: $\chi^2 = 1,25$, $p = 0,26$). En concreto, esta opinión es unánime para el caso de la utilidad de la herramienta *Socrative* en el grupo B.

4. Discusión y conclusiones

Tras la experiencia realizada podemos comenzar resaltando que en los tres grupos los estudiantes han estado satisfechos con la metodología docente empleada. De hecho, atendiendo a la encuesta de opinión, los estudiantes han valorado la metodología seguida por el profesor para llevar su asignatura al día con un 96% en los grupos C (clase magistral) y B (clase al revés con aprendizaje entre pares), y con un 87% en el grupo A (clase al revés sin aprendizaje entre pares).

No obstante, en los grupos A y B donde se ha implementado la metodología de clase al revés, los estudiantes han participado más activamente, no sólo en la teoría sino también en las prácticas. En este sentido, hay diferencias significativas: mientras que en los grupos A y B han asistido a clase de teoría un 73% y 78% (respectivamente) de los estudiantes matriculados, en el grupo C donde se ha llevado a cabo la clase magistral solo ha asistido un 64%. En el caso de las prácticas, en el grupo C se mantiene la asistencia estable (un 65% asistieron a prácticas, prácticamente la misma cifra que asistieron a las clases de teoría), mientras que en los grupos A y B, la asistencia a prácticas ha sido todavía mayor que la asistencia a teoría (84% y 85% respectivamente). Esto pone de manifiesto que las clases al revés redundan positivamente en la participación de los estudiantes, lo cual es esencial puesto que ellos son la pieza central del proceso educativo.

Respecto a la tasa de éxito, encontramos que las calificaciones finales de los estudiantes han sido muy buenas en los tres grupos, no existiendo diferencias significativas entre ellos. Aunque si las ordenamos, las calificaciones más bajas han sido las del grupo C (clase magistral) con un 6,7 de media, seguidas por las del grupo B con un 6,75 y finalmente por el grupo A que ha obtenido la nota media más alta: 7,07 puntos en media. En cuanto a las calificaciones de los cuestionarios realizados durante el curso en los grupos A y B, se obtienen mejores resultados en el grupo B (clase al revés con aprendizaje entre pares).

A pesar de estos beneficios alcanzados con la clase al revés, existen también algunos aspectos que no han tenido la repercusión esperada a priori y que deberían ser revisados con nueva experimentación:

- 1) Que la clase al revés incrementa significativamente la participación de los estudiantes, pero no influye tan decisivamente en los resultados de aprendizaje de los

estudiantes frente a una clase magistral bien diseñada.

- 2) Que el aprendizaje entre pares incrementa ligeramente la satisfacción de los estudiantes con la dinámica de las clases, pero no tiene repercusión significativa sobre la tasa de éxito.
- 3) Que los cuestionarios realizados no tienen un impacto significativo sobre la tasa de éxito, ya que los estudiantes del grupo B con mayor nota en los cuestionarios realizados durante el curso, no obtuvieron una calificación significativamente mejor.

La carga de trabajo para la preparación de los materiales necesarios (fichas de aprendizaje, cuestionarios de trabajo autónomo, preguntas *Socratic*, etc.) fue considerable. Aunque poder hacerlo de forma coordinada entre varios docentes y su utilidad para posteriores cursos compensa el sobreesfuerzo inicial.

En cuanto las limitaciones del estudio, sería necesario replicar este estudio en otras asignaturas para obtener una muestra más significativa que permita extrapolar las conclusiones obtenidas a los estudiantes de la titulación. Además, en este caso, el grupo C donde se implementó la clase magistral es el único grupo de tarde (A y B se imparten por la mañana) y nuestra experiencia previa indica que éste puede ser un factor que incide sobre la asistencia. Finalmente, sería interesante considerar información sobre el nivel previo de los estudiantes en las asignaturas relacionadas (p.ej. sus calificaciones en asignaturas de iniciación a la programación que se cursan en el semestre anterior) para garantizar que no existen sesgos respecto a la capacidad de los estudiantes de abordar con éxito el estudio de la asignatura.

A pesar de estas cuestiones, este estudio muestra que el uso de la clase al revés puede ser una herramienta metodológica de gran interés para favorecer la participación de los estudiantes, ayudarles a seguir al día la asignatura y aumentar su satisfacción con la misma; por tanto en el futuro nos planteamos seguir empleando y mejorando la aplicación de esta metodología en la asignatura de Programación y Diseño Orientado a Objetos. Asimismo, repetiremos este análisis en cursos posteriores intercambiando el profesorado que ha impartido cada grupo para garantizar que no existen factores relativos a la experiencia de los docentes o a la nota media del estudiantado de cada grupo que sesguen los resultados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Proyecto PIBD-21-01 y por el Grupo de Investigación GEDES de la Universidad de Granada.

Referencias

- [1] Pedro Luis Aguilar. DRACCAR: Diseño y Realización de Actividades Colaborativas para la Clase Al Revés. *Innovación Docente en la Ingeniería*, 9. 2017.
- [2] Jonathan Bergmann y Aaron Sams. *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington, DC: International Society for Technology in Education. 2012.
- [3] María Bermúdez, Jerónimo Puertas, Félix Sánchez, Luis Cea. Aplicación del modelo de clase al revés a la enseñanza de ingeniería hidráulica. 2019.
- [4] Carolina Gonzáles, Rosa María Cárdbaba, Miguel Ángel Madrigal, Verónica Velasco, Elena Olea, Manuel Frutos, Ana Isabel Ganso. Satisfacción de los estudiantes de enfermería de la Universidad de Valladolid (España) con “clases del revés” o flipped classroom. In *Innovación Docente e Investigación en Ciencias de la Salud* (pp. 131-140). Dykinson. 2019.
- [5] Teresa González. La clase al revés. VI Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el Ámbito de las TIC y las TAC. Las Palmas de Gran Canaria, 14 y 15 de noviembre de 2019. 2019.
- [6] Marino Linaje, Elena Jurado, Alicia Guerra, Antonio Gordillo, Julia González, Juan Antonio Gómez, Alberto Gómez, Pilar Bachiller, Pedro Aguilar. Experiencia de coordinación con el método de la clase al revés en grados de Ingeniería Informática. *Actas de las Jenui*, 5, 173-180. 2020.
- [7] Mercedes Marqués. Qué hay detrás de la clase al revés (flipped classroom). In *Actas de las XXII JENUI* (pp. 77-84). Universidad de Almería. 2016.
- [8] Eric Mazur. *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall. 1997.
- [9] Juan Pablo Mora. Clases al revés, Aprendizaje Colaborativo y ABP en la asignatura Factores Interculturales, del Máster en Enseñanza del Español como Lengua Extranjera y de Otras Lenguas.
- [10] Raúl Santiago, Jon Bergmann. Aprender al revés. *Flipped Classroom 3.0 y Metodologías activas en el aula*. 2018.
- [11] Rosario Solá. Introducción metodología AICLE en los estudios de comunicación: Clase del revés en Crítica Publicitaria. In *Aula virtual: contenidos y elementos* (pp. 621-630). McGraw-Hill Interamericana de España. 2016.