

Invirtiendo las clases de laboratorio en Ingeniería Informática: Un enfoque ágil

Javier Troya, Sergio Segura, José A. Parejo, Adela del-Río-Ortega,
Antonio Gámez-Díaz, Alfonso E. Márquez-Chamorro
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Sevilla

{jtroya, sergiosegura, japarejo, adeladelrio, agamez2, amarquez6}@us.es

Resumen

En este artículo describimos nuestra experiencia al aplicar la metodología de clase invertida en la asignatura Arquitectura e Integración de Sistemas Software, de segundo curso del grado de Ingeniería del Software. Varios aspectos caracterizan este estudio frente a los trabajos relacionados. En primer lugar, la metodología fue aplicada en las clases prácticas de la asignatura, donde conseguimos aumentar el tiempo dedicado a la resolución de ejercicios en 24 minutos de media. En segundo lugar, la volatilidad del temario hizo necesario desarrollar una aproximación ágil a la metodología, en la que los profesores debían ser capaces de elaborar vídeos docentes de calidad en sus propios despachos y en unos pocos minutos. Este artículo resume algunas de las muchas lecciones aprendidas en relación a la elaboración del material. En tercer lugar, el estudio destaca también por el tamaño, habiéndose realizado a lo largo de dos cursos académicos, 2017 y 2018, involucrando a un total de 434 alumnos y 6 profesores. Los resultados del estudio, respaldados por un sólido análisis estadístico de los datos, demuestran la idoneidad de esta metodología para ser aplicada en las clases de laboratorio del área de Ingeniería del software.

Abstract

In this paper, we report our experience on flipping a second-year undergraduate course on software architecture and integration, taught in a Software Engineering degree. Several aspects characterize this study with respect to related works. In the first place, the methodology was applied in the practical classes of the course, where we managed to increase the time dedicated to exercises solving in 24 minutes on average. Second, due to the constant updates in tools and software used in the course, we applied an agile approach to the methodology, in which lecturers had to produce high-quality teaching videos in their own offices just in minutes. This paper summarizes some of the

many lessons learned in this regard. Third, the study also stands out for its size, having been conducted over two academic courses, 2017 and 2018, involving a total amount of 434 students and 6 lecturers. The results of the study, backed by a solid statistical analysis of the data, demonstrate the suitability of this methodology to be applied in the laboratory classes in the Software Engineering area.

Palabras clave

Clase invertida, ingeniería del software, estudio comparativo.

1. Introducción

Cada vez son más los trabajos [1, 6, 14] que abogan por la aplicación de la metodología de clase invertida concebida por Bergman y Sams en 2012 [4] como una opción para organizar de forma óptima las horas de clase. Esta metodología consiste en trasladar al alumno la responsabilidad de adquirir los conceptos más teóricos previamente a la clase, y dedicar la clase presencial a actividades más prácticas como la resolución de ejercicios y dudas, donde la asistencia del profesor es mucho más valiosa.

En el contexto de las enseñanzas superiores, y en informática en particular, se han presentado numerosos estudios que evalúan los resultados de aplicar la metodología de clase invertida tanto a nivel nacional [8, 9, 13, 15, 16] como internacional [3, 5, 10–12]. En la mayoría de los casos, parece haber un efecto positivo de la aplicación de la clase invertida en la percepción de los alumnos sobre la asignatura y en su rendimiento académico en la misma. Con el soporte de estos resultados, los autores de este artículo nos planteamos resolver un problema que nos acuciaba en nuestra asignatura de Arquitectura e Integración de Sistemas Software, de segundo curso del grado de Ingeniería del Software de la Universidad de Sevilla. Carecíamos del tiempo necesario para la realización de ejercicios en

clases prácticas debido al tiempo que debíamos invertir en la explicación inicial de cada laboratorio. Esta explicación se destinaba a conceptos técnicos necesarios antes de empezar a trabajar en las prácticas, tales como la configuración paso a paso del entorno de programación, instrucciones para el despliegue en la nube, uso de librerías, etc.

En este artículo, presentamos nuestra experiencia tras haber aplicado la metodología de clase invertida en la asignatura arriba mencionada. Además, nuestro estudio se diferencia de los ya existentes en varios aspectos. En primer lugar, el número de alumnos sometidos a estudio. En la mayoría de los casos este número no es muy elevado, yendo desde 12 [9] a 200 [3, 5, 11–13]. Sólo una pequeña minoría de los trabajos hasta ahora cuenta con más de 300: 364 en [15] o casi 400 en [10], siendo nuestro estudio uno de los más amplios, con 434 alumnos. Otro aspecto a tener en cuenta es el período de tiempo a considerar, pues en muchos casos sólo se ha considerado un curso, siendo difícil la comparación de la clase invertida con la metodología tradicional. Nosotros hemos realizado este estudio abarcando dos cursos consecutivos y manteniendo en ambos los contenidos de la asignatura y su forma de evaluación, para poder comparar los resultados. También es de destacar la gran cantidad de datos que hemos recopilado, como los relativos a la asistencia a clase, visualización de vídeos, calidad percibida en los mismos, número de ejercicios resueltos, calificaciones obtenidas y grado de satisfacción del alumnado, entre otros. Hemos recopilado y analizado unos 2500 cuestionarios y encuestas, y unas 1000 pruebas de una plataforma de gamificación, entre otros datos, lo que ha permitido la realización de un análisis estadístico muy exhaustivo de los mismos.

Otro aspecto clave de nuestro trabajo, en parte requerido por la volatilidad del temario de la asignatura en estudio, ha sido la necesidad de buscar una aproximación ágil de la metodología. No podíamos asumir procesos pesados para la generación de los vídeos que hemos proporcionado a los alumnos para ser visualizados previamente a las prácticas, ya que los contenidos cambian con mucha frecuencia debido a la rápida evolución de las tecnologías empleadas. Es por ello que hemos propuesto una guía ágil, siguiendo recomendaciones existentes [7], para la elaboración de vídeos para este cometido.

Nuestro estudio demuestra la idoneidad de esta metodología para ser aplicada en las clases de laboratorio del área de Ingeniería del software. Entre otros resultados, cabe destacar que 9 de cada 10 alumnos prefiere la metodología de clase invertida frente a la tradicional, que el 86 % de los alumnos vio los vídeos antes de asistir a las prácticas y que, como era nuestro objetivo, dispusimos de 24 minutos más de media por práctica

para dedicar a la realización de ejercicios.

El resto del artículo está organizado como sigue. El apartado 2 describe el contexto de la asignatura. En el apartado 3 se explica la recolección de datos llevada a cabo y en el 4 cómo se ha abordado la grabación de vídeos. La evaluación de los resultados se presenta en el apartado 5. Finalmente, las lecciones aprendidas y conclusiones obtenidas en este trabajo se recogen en los apartados 6 y 7, respectivamente.

2. Contexto

El estudio se llevó a cabo en la asignatura Arquitectura e Integración de Sistemas Software, asignatura obligatoria que se cursa en el segundo cuatrimestre del segundo curso del Grado en Ingeniería del Software de la Universidad de Sevilla. La parte teórica se compone de 18 clases presenciales, mientras que la parte práctica consiste en 12 sesiones de laboratorio en clases habilitadas con ordenadores. Cada clase dura 1 hora y 50 minutos.

Este estudio abarcó dos cursos lectivos, en 2017 y 2018, implicando a 6 profesores y 434 alumnos (225 el primer año y 209 el segundo). A los estudiantes se les evaluó del mismo modo en los dos cursos que abarca el estudio. En la parte práctica, los alumnos se organizaron en grupos de entre dos y cuatro alumnos para llevar a cabo el proyecto del curso, consistente en desarrollar un mashup (aplicación web híbrida) mediante el consumo de recursos de terceros a través de sus API REST (interfaces de aplicación). Aunque el proyecto se desarrolló en grupos, la calificación final fue individual, ya que normalmente no todos los estudiantes contribuyen por igual al proyecto ni tienen el mismo compromiso y dedicación. Además, los alumnos tuvieron la posibilidad de realizar en horas de clase dos exámenes opcionales de programación, que podían aumentar su calificación final en la parte práctica hasta 1 punto, siendo 10 puntos la calificación máxima alcanzable. En cuanto a la parte teórica, se evaluó a través de un examen tipo test al final del curso. Ésta tuvo un peso del 40 % en la nota final, mientras que la nota obtenida en la parte práctica (proyecto más exámenes de programación opcionales) tuvo un peso del 60 %.

Este estudio se centra en la comparación de la metodología de clase invertida respecto a metodologías tradicionales en la parte práctica de la asignatura. Durante el primer año, 2017, se siguió una metodología tradicional, donde el profesor explicaba al principio de la sesión de laboratorio todo lo relacionado con la práctica, como configuración de IDE (entorno de desarrollo), uso de librerías nuevas, pasos para desplegar aplicaciones en la nube, etc. Para ello, se usaron diapositivas, páginas web y extractos de código. Estas explicaciones abarcaron entre 15 minutos (13,6 % del tiempo de la clase) y 55 (50 % de la clase), con una media de 33,2

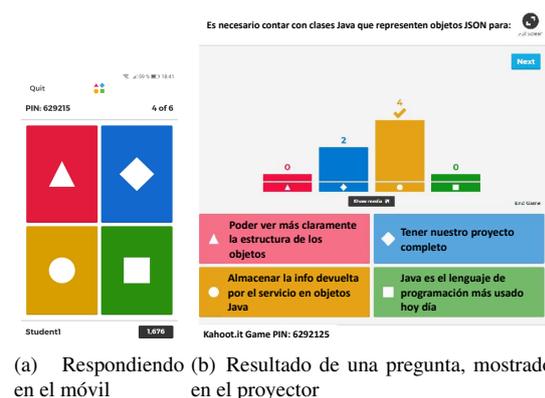


Figura 1: Usando la plataforma Kahoot

minutos (30 % de la clase). Durante el resto de la clase los alumnos debían hacer los ejercicios propuestos y resolver sus dudas con el profesor. Durante el segundo año, 2018, aplicamos la metodología de clase invertida. Así, grabamos todas las explicaciones en vídeos (véase el apartado 4), que los alumnos debían visualizar antes de asistir a clase. Para saber si los conceptos vistos en los vídeos habían quedado claros, usamos la plataforma de gamificación Kahoot¹ para realizar pruebas interactivas con los alumnos al comienzo de la clase. Mostrábamos preguntas relacionadas con los contenidos de los vídeos en el proyector y los alumnos debían elegir la respuesta correcta usando su móvil u ordenador (Figura 1(a)). Kahoot muestra el número de acertantes tras cada pregunta (Figura 1(b)) y puntúa a los alumnos de acuerdo al número de preguntas correctas y el tiempo que tardan en responderlas. Esto motiva a los alumnos a responder mejor las preguntas. De acuerdo a las respuestas obtenidas, el profesor decidía qué conceptos debía aclarar. Las pruebas Kahoot más las aclaraciones pertinentes abarcaron entre 6 minutos (5,5 % del tiempo de la clase) y 20 (18,2 % de la clase), con una media de 9.1 minutos (8.3 % del tiempo de la clase). Esto hizo que los alumnos tuvieran de media 24 minutos más respecto al año anterior para realizar ejercicios y preguntar dudas al profesor.

3. Recolección de datos

A lo largo de los dos cursos recopilamos gran cantidad de datos para poder realizar este estudio comparativo. Para empezar, como se ha explicado en el apartado anterior, las clases de laboratorio funcionaron de modo diferente en cada curso. Por ello, los profesores anotaron en todas las clases el tiempo del que los alumnos dispusieron para realizar ejercicios. Las respuestas obtenidas en las pruebas Kahoot también se almacenaron tras cada clase, para que pudieran formar parte del

¹<https://kahoot.com/>

análisis. Para conseguir tener una trazabilidad de los estudiantes, estos introducían como identificador en la plataforma Kahoot su identificador digital en la universidad. En total, almacenamos 1027 respuestas a las preguntas de las pruebas Kahoot.

Para poder evaluar ambas metodologías, los alumnos completaron una encuesta tras cada sesión de laboratorio durante los dos años. Debían responder a preguntas tales como número de ejercicios terminados, dificultad percibida en la práctica, interés en la sesión de laboratorio, claridad en las explicaciones, calidad técnica de los vídeos, etc. Los alumnos debían responder las preguntas usando una escala Likert [2], de modo que eran sencillas de contestar y además esto facilitaba el análisis posterior de las respuestas. En total, recopilamos 1166 cuestionarios en 2017 y 1174 en 2018. Las calificaciones obtenidas por los alumnos también formaron parte de los datos analizados. Obtuvimos un total de 185 notas finales en 2017 y 163 en 2018.

Por último, al final del segundo curso pedimos a los alumnos rellenar una última encuesta mostrando su grado de satisfacción general sobre la metodología de clase invertida. La completaron antes de saber su nota final, de modo que esto no influenciara sus respuestas. En la encuesta aparecían preguntas para ser respondidas usando una escala Likert, tales como si se vieron los vídeos antes de clase, si se vieron en cualquier otro momento durante el cuatrimestre, si la duración y contenido de los vídeos fueron adecuados, etc. Para otras preguntas se permitía escribir texto libre, tales como qué parte de los vídeos resultaron más útiles, metodología preferida para clases futuras, ventajas e inconvenientes de la metodología de clase invertida, etc. En total, recopilamos 144 encuestas.

4. Grabación de vídeos

Para grabar y producir los vídeos, lo primero que tuvimos en cuenta fueron los servicios y recursos ofrecidos por nuestra universidad. La Universidad de Sevilla ofrece un servicio de grabación de vídeo a disposición del profesorado². Para utilizar el servicio, los profesores deben rellenar una solicitud de reserva, esperar a que la aprueben, ir a un edificio concreto de la universidad en la fecha asignada con los contenidos de grabación preparados y finalmente recibir el vídeo editado en un CD-ROM. Este proceso no se adaptaba a nuestras necesidades, ya que es un proceso lento y no permite actuar de modo ágil frente a las actualizaciones constantes que necesita el temario de nuestra asignatura. Dichos cambios son inevitables, y se deben a factores como modificaciones constantes de las especificaciones de las API externas y las herramientas que se usan en las clases de laboratorio.

²<http://servicio.us.es/websav/index.php/servicios/polimedia>

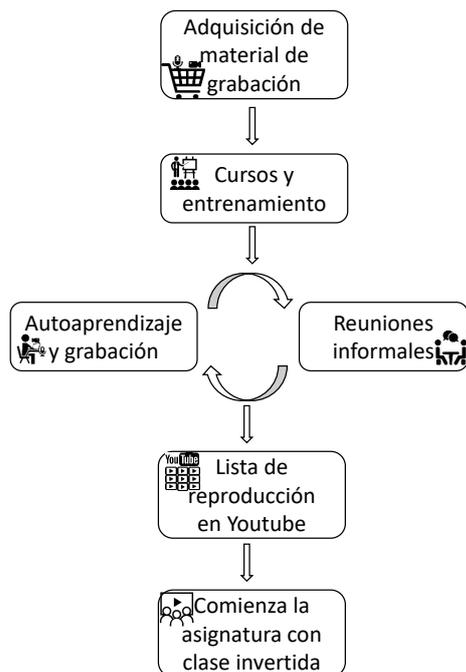


Figura 2: Grabación y publicación de vídeos

Por este motivo, para nosotros era primordial seguir una metodología ágil para la grabación de vídeos, de modo que pudiéramos actualizar de forma sencilla el contenido de los vídeos en cualquier momento. Por tanto, decidimos grabarlos nosotros mismos, sin ningún tipo de ayuda profesional. De hecho, algunos estudios recientes han concluido que grabar en escenarios informales puede ser incluso más efectivo que hacerlo en estudios profesionales [7]. Para ello, necesitábamos adquirir el material adecuado, así como investigar y recibir formación específica para la grabación y postproducción de vídeos, pues solo uno de nosotros tenía experiencia previa. En los siguientes apartados se detalla este proceso, el cual aparece resumido en la Figura 2.

4.1. Adquisición de material

Tras indagar sobre el material necesario para la grabación de vídeos, realizamos una compra de cámaras web HD, micrófonos de escritorio y de solapa, trípodes para cámaras web, adaptadores para sostener móviles y varios cables adaptadores y extensores. La financiación la conseguimos mediante un Proyecto de Innovación Docente de nuestra universidad, con el que se nos concedió un presupuesto de 2500€. La propuesta de este proyecto consistía en la aplicación de la clase invertida en nuestra asignatura, por lo que se nos fue asignado específicamente para este propósito. Desafortunadamente, la convocatoria del proyecto de innovación prohibía de forma expresa invertir el dinero en la compra de licencias software, lo que nos imposibilitó

obtener la última versión de herramientas populares de grabación y edición de vídeo, como Camtasia o Adobe Premiere. Esto supuso un gran obstáculo para la grabación y producción de los vídeos. La solución fue usar la versión 6 de Camtasia Studio (lanzada en 2008), disponible en nuestro departamento, y la herramienta de código abierto OBS Studio (versión 21).

4.2. Entrenamiento y preparación

La forma en que se grabasen los vídeos era decisiva para que cumpliesen su cometido: captar la atención e interés de los alumnos. Además, ya que los vídeos iban a ser grabados por varios profesores, teníamos que acordar un formato y metodología comunes. Tras estudiar guías y trabajos relacionados, decidimos seguir las recomendaciones propuestas por Guo et al. en su estudio empírico sobre cómo la forma de producir los vídeos afecta al compromiso de los alumnos [7]. En concreto, decidimos establecer un conjunto mínimo de directrices que debíamos seguir a la hora de crear los vídeos, a saber:

1. *Los vídeos debían ser cortos.* De acuerdo a Guo et al., los vídeos de corta duración resultan más interesantes que los de larga duración. Como resultado del estudio, recomiendan segmentar el temario en vídeos de menos de 6 minutos. Siguiendo esta recomendación, acordamos grabar hasta 4 vídeos por sesión de laboratorio, e intentar que los vídeos no duraran más de 6 minutos.
2. *Los profesores debían aparecer en los vídeos.* Guo et al. concluyen que los estudiantes prefieren que aparezca la cara de los profesores en los vídeos, ya que una cara humana da un sentimiento más “íntimo y personal” y rompe la monotonía de diapositivas y capturas de pantalla de código. No indican ninguna recomendación sobre cómo o cuándo deben aparecer los profesores en los vídeos, pero sí recomiendan que aparezcan siempre que tenga sentido en el vídeo. Nosotros acordamos empezar todos los vídeos con el profesor haciendo una introducción al vídeo. Después, cada profesor decidiría cuándo debería volver a aparecer en el resto del vídeo para realizar cualquier explicación o aclaración.
3. *Los vídeos deben tener buena calidad.* Para asegurar una buena calidad en los vídeos, organizamos un curso de 4 horas donde se explicaron conceptos básicos para la grabación y edición ágil de vídeos. Este curso lo impartieron colegas de nuestro departamento con amplia experiencia en la grabación de vídeos docentes. En el curso se enseñaron conceptos tales como la posición del cuerpo del docente en la grabación, la configuración del micrófono, la grabación de vídeo con teléfonos móviles y trípodes, o la edición de vídeos,

entre otros conceptos. Acordamos que todos los vídeos debían tener imagen y sonido de alta calidad (Full HD), evitando cualquier tipo de eco o ruido de fondo.

4. *Dedicar tiempo a la preproducción.* Guo et al. [7] sugieren que la fase de preproducción (es decir, planificación) es la que tiene mayor impacto en el resultado de los vídeos, por lo que recomiendan invertir esfuerzo de preproducción. En base a esto, todos estuvimos de acuerdo en trabajar duro en la preparación de cada vídeo, creando guiones para los vídeos, ejemplos y demostraciones, y tratando de minimizar la improvisación.

Una vez que acordamos estas directrices, cada profesor se familiarizó con el material adquirido y el software de grabación y producción por su cuenta, investigando y decidiendo qué configuración sería la más apropiada. Realizamos reuniones informales para poner en común nuestras propias conclusiones de modo que todos estuviéramos al tanto de todo antes de y durante la grabación de vídeos.

4.3. Grabación y resultado

Cada profesor grabó los vídeos en su propio despacho usando micrófonos de solapa, cámaras web y los cables extensores y adaptadores necesarios. Adicionalmente, dos profesores también usaron un fondo verde croma sobre el que superponer contenido con efectos de postproducción. Cada profesor se encargó de la grabación de los vídeos de una o dos clases de laboratorio. Algunos profesores no pudieron ajustarse a la restricción de crear vídeos con una duración inferior a 6 minutos. En total, produjimos 29 vídeos, el más corto con una duración de 2 minutos y 34 segundos, y el más largo de 9 minutos y 45 segundos. La duración media fue de 5 minutos y 58 segundos, y obtuvimos 3.6 vídeos por clase de laboratorio. Todos los vídeos incluyeron al profesor introduciendo la sesión de laboratorio al principio del vídeo, y en algunos el profesor aparecía también en partes intermedias de los vídeos. Un ejemplo de apertura de un vídeo puede verse en la Figura 3(a). Uno de los profesores decidió mantener la parte superior de su cuerpo durante todo el vídeo en la esquina inferior derecha, como se muestra en la Figura 3(b).

Todos los vídeos se colgaron en una lista de reproducción de YouTube³. La lista se creó como privada, de modo que los vídeos no aparecen en ninguna búsqueda realizada en Internet y sólo los usuarios con el enlace podían acceder a los vídeos. De este modo, evitamos que gente externa al curso pudiera acceder a los vídeos, lo que podría haber comprometido los resultados de la evaluación de la clase invertida. Activamos la

³<https://www.youtube.com/playlist?list=PLoz1KhfHj3yEIqusxiqeDSBk1DPcwJlwW>



(a) Introducción de cada vídeo (b) Profesor utilizando un fondo croma

Figura 3: Vídeos explicativos para la clase invertida

opción de permitir comentarios en los vídeos, pero debían ser revisados y aprobados por los profesores antes de mostrarse en línea.

5. Evaluación

Con este estudio damos respuesta a dos preguntas de investigación, que son:

- *PI1 - ¿Cuál es la percepción de los alumnos sobre la metodología de clase invertida?*
- *PI2 - ¿Qué impacto tiene la metodología elegida en el rendimiento de los alumnos?*

Debido a que recopilamos datos de diferentes fuentes, estudiamos el coeficiente de correlación de Pearson como medida lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. Este coeficiente nos indica cómo de fuerte es la relación entre las variables. Cuando éste no es significativo, calculamos el valor *p*, que determina si la correlación es significativa o no. Adicionalmente, computamos el coeficiente de correlación no lineal de Spearman para determinar correlaciones monótonas no identificadas por el coeficiente de Pearson. También calculamos el coeficiente Alfa de Cronbach para determinar la fiabilidad y consistencia de los datos aportados por los alumnos en las encuestas finales sobre la clase invertida. Por último, para las notas finales de los alumnos, ya que éstas no siguen una distribución normal de acuerdo al test de Shapiro-Wilk, realizamos la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas.

5.1. PI1 - Percepción de los alumnos

A partir de los datos analizados, una conclusión decisiva es que el 87 % de los alumnos encuestados (122 de 144) prefieren la metodología de clase invertida frente a metodologías tradicionales. Respecto a las preguntas respondidas siguiendo una escala de Likert (*Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo*), las respuestas relacionadas con el nivel de satisfacción de los alumnos se muestran en la Figura 4.

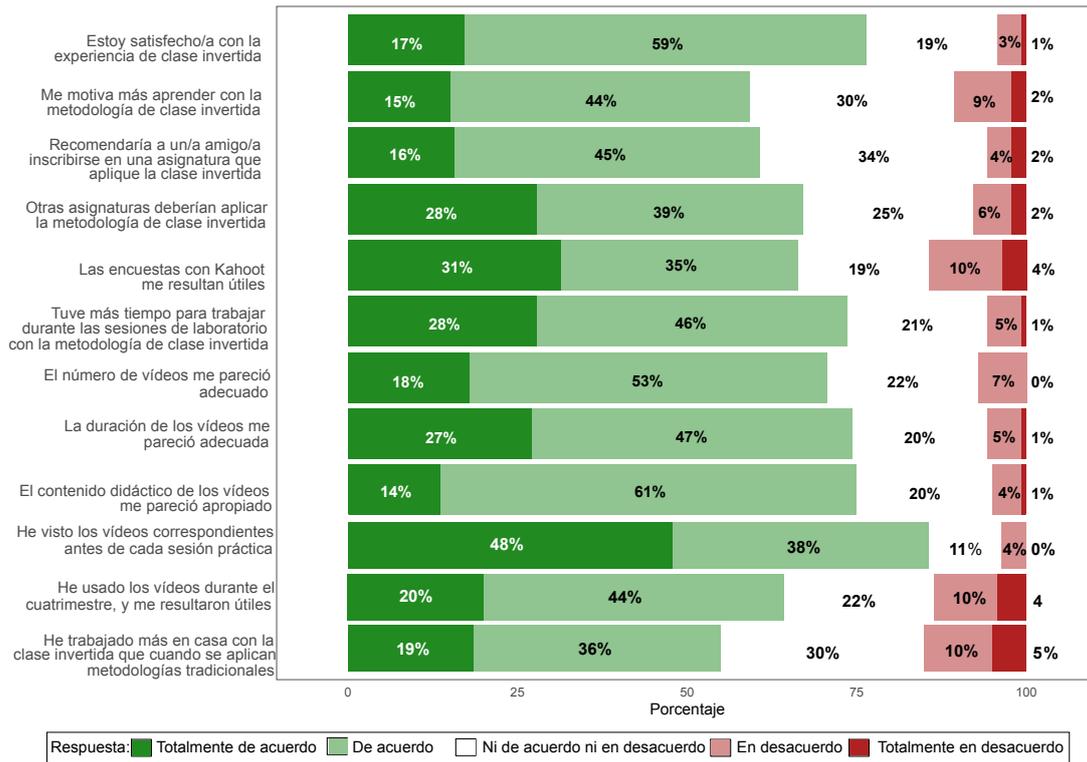


Figura 4: Opiniones de los alumnos sobre la clase invertida

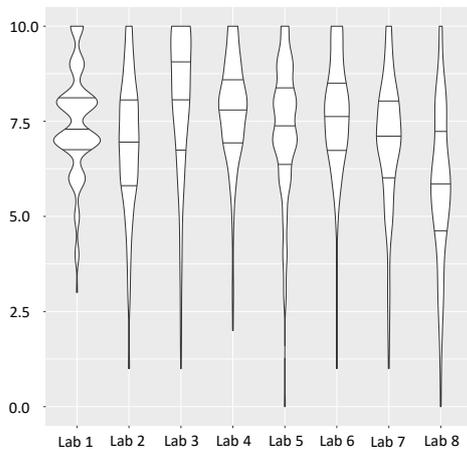


Figura 5: Opiniones sobre calidad técnica de los vídeos

Cabe destacar que las respuestas son en general muy favorables para la metodología de clase invertida. Así, el 76 % de los alumnos encuestados están (muy) satisfechos con la experiencia de clase invertida, y el 59 % afirman que les motiva aprender más con esta metodología. Además, el 61 % y 67 % de los alumnos recomendarían a un/a amigo/a inscribirse en una asignatura que aplique esta metodología y piensan que otras asignaturas deberían aplicarla, respectivamente. Tres de cada cuatro alumnos encontraron las pruebas

Kahoot útiles. Por tanto, realizar estas pruebas ha sido todo un acierto.

Más de la mitad de los alumnos han trabajado más en casa con esta metodología que con metodologías tradicionales. En relación a los vídeos, un 86 % han visto los vídeos antes de asistir a las sesiones prácticas, y el 64 % los han visionado en otros momentos a lo largo del cuatrimestre. Finalmente, más del 70 % de los alumnos están (muy) satisfechos con el número de vídeos, su duración y su contenido.

La Figura 5 muestra un diagrama de violín que describe la distribución de las valoraciones de los alumnos para la calidad técnica de los videos en cada laboratorio, cuyos datos han sido analizados con las encuestas recogidas tras cada clase. La forma que aparece asociada a la columna de cada laboratorio describe la densidad de probabilidad de aparición de los distintos valores de la escala (entre 0 y 10) resultantes de la evaluación de los alumnos. Además, el diagrama representa la mediana y los distintos cuartiles con líneas horizontales. En base a la figura podemos apreciar que las valoraciones son bastante buenas en general, al estar los valores de la mediana alrededor del 7 en la mayoría de los casos. Sin embargo, se aprecian variaciones importantes entre los distintos laboratorios, siendo el laboratorio 8 el que ha obtenido los peores resultados.

5.2. PI2 - Impacto de la metodología en el rendimiento de los alumnos

Los resultados indican que no hay evidencia de que la metodología aplicada influyó en las calificaciones de los estudiantes, ni positiva ni negativamente. Lo segundo que estudiamos fue si había relación entre la asistencia a las clases de laboratorio y las notas obtenidas. Para ello, nos basamos en las encuestas entregadas en cada clase. En el primer año, donde se aplicó la metodología tradicional, obtuvimos una correlación positiva, lo que quiere decir que los alumnos que asistieron a clase normalmente sacaron mejor nota. Sin embargo, esta correlación desapareció en el curso con la clase invertida. Este resultado se debe probablemente a que los alumnos pueden seguir mejor el curso cuando se aplica la clase invertida, incluso si no pueden asistir a todas las clases, ya que tienen los vídeos explicativos de cada sesión disponibles durante todo el curso.

También estudiamos la relación entre la asistencia a las clases y el número medio de ejercicios resueltos en cada clase. Obtuvimos el mismo resultado: en 2017 existe una correlación, mientras que en 2018 desaparece. Por tanto, el primer año los alumnos que asistieron más a clase consiguieron terminar más ejercicios en clases sucesivas en general, mientras que en 2018 la asistencia a las clases previas no fue decisiva para completar más ejercicios en clases posteriores.

En cuanto al número de ejercicios finalizados en clase cada año, en 2018 los alumnos terminaron 0,4 ejercicios más que el año anterior. Es más, varias veces los alumnos no hicieron más ejercicios simplemente porque habían acabado todos. Así, el porcentaje de alumnos que terminaron todos los ejercicios incrementó del 22,4% en 2017 al 35,9% en 2018. Este resultado es muy positivo, aunque previsible, ya que en 2018 tuvieron de media 24 minutos más por clase para hacer ejercicios (véase apartado 2).

Por último, existe una correlación positiva entre las notas finales de los alumnos y los puntos obtenidos en las pruebas Kahoot. Esto nos indica que estas encuestas estaban evaluando cuánto habían aprendido los alumnos, al menos en el mismo sentido en el que lo hacen las notas finales de la asignatura. Además, este aprendizaje se reforzaba al hacer las pruebas Kahoot.

6. Lecciones aprendidas

Mediante la puesta en práctica de la metodología de clase invertida y el análisis realizado, podemos destacar varias lecciones aprendidas relativas a la grabación de vídeos:

Es posible grabar vídeos de modo ágil. Si bien es cierto que la curva de aprendizaje fue pronunciada, el resultado final sugiere que el esfuerzo invertido merece la pena. Por ejemplo, nos llevó tiempo encontrar la

configuración adecuada en el software para comenzar a grabar los vídeos, así como manejar todas las posibilidades de postproducción. Sin embargo, una vez que tuvimos todo esto claro, pudimos producir vídeos de alta calidad de 5 minutos de duración en unos 20 minutos. También hemos aprendido que el equipamiento mínimo para grabar vídeos de alta calidad consiste en, aparte del software, una cámara web o teléfono móvil, un trípode, un micrófono de solapa y extensores de cables. Todo esto se puede adquirir en Internet por menos de 200€.

El software de postproducción es crucial. Nos dimos cuenta de que el software gratuito de grabación y producción de vídeos suele presentar algunas limitaciones. Asimismo, fue todo un reto conseguir la configuración óptima con la versión antigua de Camtasia, ya que no está pensada para las resoluciones ni formatos de vídeo actuales. Por ello, creemos que compensa invertir en buen software.

Hay que crear los vídeos de manera incremental. Aprendimos que es mejor grabar pequeños clips de vídeo en vez de clips largos. Así, si cometemos un error en uno de los clips durante la grabación, solo tenemos que rehacer esa parte. Del mismo modo, si en la fase de postproducción nos damos cuenta de algún error en el vídeo, de nuevo solo tenemos que rehacer el pequeño clip que contiene el error. Incluso para mantener los vídeos año tras año, varias partes del vídeo pueden permanecer fijas, como la apertura y el cierre, mientras que partes intermedias deben ser actualizadas para mantener los ejemplos mostrados acordes con las actualizaciones que sufra el software usado en la asignatura.

El esfuerzo empleado en aplicar la metodología de clase invertida compensa. Como hemos mencionado, supuso un gran esfuerzo producir los vídeos nosotros mismos. Además, preparar todas las pruebas Kahoot y los correspondientes cuestionarios también requirió mucho tiempo. No obstante, la buena coordinación entre los profesores, iniciada por el coordinador de la asignatura, y el dividir el esfuerzo entre todos, hicieron todo el proceso más llevadero. Además, los vídeos y pruebas Kahoot se pueden reusar en ediciones futuras de la asignatura, lo que hace que el esfuerzo quede compensado por los resultados—como se ha mencionado, los vídeos deberán sufrir algunas actualizaciones.

Las demos son imprescindibles. La falta de demos en algunos vídeos fue criticada por los alumnos. Esto no lo tuvimos en cuenta a la hora de diseñar el formato para los vídeos, por lo que hemos fijado como objetivo añadir nuevas demos en los vídeos de todas las prácticas en ediciones posteriores de la asignatura.

Todos los vídeos deben tener un formato similar. Es

importante que todos los vídeos sigan el mismo formato, como proponen Guo et al [7]. Aunque así lo intentamos, nuestros vídeos resultaron algo heterogéneos. Por ejemplo, dos profesores usaron un fondo croma sobre el que superpusieron el contenido de las diapositivas (véase Figura 3(b)), mientras que los demás profesores no usaron, y la proporción de demos/diapositivas también está descompensada en los vídeos. Nuestra impresión es que el grado de homogeneidad de los vídeos es importante y ayuda a los alumnos a familiarizarse con ellos.

7. Conclusiones

Este artículo presenta un estudio comparativo de la metodología de clase invertida con una metodología tradicional. El estudio abarca dos cursos académicos e involucra un total de 434 alumnos. Tras la gran cantidad de datos recopilados y analizados a lo largo de los dos cursos académicos, el estudio concluye que el 87 % de los alumnos prefieren la metodología de clase invertida frente a metodologías tradicionales, y que los alumnos tuvieron 24 minutos más para trabajar en clase en la resolución de ejercicios. Además, los alumnos parecieron comprometidos con esta metodología, ya que el 86 % veía los vídeos antes de ir a clase, y más del 70 % de los alumnos estuvo satisfecho con el número de vídeos, su duración y su contenido.

Este artículo también describe la metodología ágil seguida por los profesores para la grabación de los vídeos empleados en la metodología de clase invertida. Además, se indican varias lecciones aprendidas, tales como la importancia del uso de demos en los vídeos y de tener software de grabación de calidad.

Referencias

- [1] Lakmal Abeyssekera y Phillip Dawson. Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*, 34(1):1–14, 2015.
- [2] Gerald Albaum. The Likert Scale Revisited. *International Journal of Market Research*, 39(2):1–21, 1997.
- [3] Ashish Amresh, Adam R. Carberry, y John C. Femiani. Evaluating the effectiveness of flipped classroom for teaching CS1. *IEEE Frontiers in Education Conference*, 27:1–3, 2013.
- [4] Jonathan Bergmann y Aaron Sams. *Flip Your Classroom: Reaching Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education, 2012.
- [5] Tosti Hsu Cheng Chiang. Analysis of learning behavior in a flipped programming classroom adopting problem-solving strategies. *Interactive Learning Environments*, 25(2):189–202, 2017.
- [6] Michail N. Giannakos y Nikos Chrisochoides. Challenges and perspectives in an undergraduate flipped classroom experience: Looking through the lens of learning analytics. *Proc. Frontiers in Education Conference, FIE*, 2015.
- [7] Philip J. Guo, Juho Kim, y Rob Rubin. How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos. En *Proc. of the First ACM Conf. on Learning @ Scale Conference*, pp 41–50. ACM, 2014.
- [8] Ángeles López y Mar Marcos. Una experiencia de clase invertida en la enseñanza de la programación. En *Actas de las JENUI*, vol. 3, pp 47–54, 2018.
- [9] Sergio Luján Mora y Estela Saquete Boró. Mejora en el aprendizaje a través de la combinación de la clase invertida y la gamificación. En *Actas de las JENUI*, vol. 2, pp 213–220, 2017.
- [10] Mary Lou Maher, Celine Latulipe, Heather Lipford, y Audrey Rorrer. Flipped Classroom Strategies for CS Education. *Proc. of the 46th ACM Technical Symp. on Comp. Science Education - SIGCSE '15*, pp 218–223, 2015.
- [11] Gregory S. Mason, Teodora R. Shuman, y Kathleen E. Cook. Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *IEEE Transactions on Education*, 56(4):430–435, 2013.
- [12] Kathleen K. Molnar. What effect does flipping the classroom have on undergraduate student perceptions and grades? *Education and Information Technologies*, 22(6):2741–2765, 2017.
- [13] Joan Navarro, Daniel Amo, Xavi Canaleta, Ester Vidana-Vila, y Carme Martínez. Utilizando analítica del aprendizaje en una clase invertida: Experiencia de uso en la asignatura de Sistemas Digitales y Microprocesadores. En *Actas de las JENUI*, vol. 3, pp 391–394, 2018.
- [14] Jacqueline O’Flaherty y Craig Phillips. The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *Internet and Higher Education*, 25:85–95, 2015.
- [15] Alberto Prieto Espinosa, Beatriz Prieto Campos, y Begoña del Pino Prieto. Una experiencia de flipped classroom. En *Actas de las JENUI*, pp 237–244, 2016.
- [16] Silvia Rueda Pascual, Jose I. Panach Navarrete, Juan Cabotà i Soro, y Mariano Pérez Martínez. De la Clase Tradicional a la Clase Invertida: Aplicación Práctica en Ingeniería del Software. En *Actas de las JENUI*, vol. 3, pp 119–126, 2018.