

# Utilizando analítica del aprendizaje en una clase invertida: Experiencia de uso en la asignatura de Sistemas Digitales y Microprocesadores

Joan Navarro, Daniel Amo, Xavi Canaleta, Ester Vidaña-Vila y Carme Martínez

Departament d'Enginyeria

La Salle, Universitat Ramon Llull

08022 Barcelona

{jnavarro, damo, xavic, esterv, cmartinez}@salleurl.edu

## Resumen

El modelo de clase invertida (o *flipped classroom*) permite al docente implementar actividades de aprendizaje activo en las sesiones presenciales dejando que el alumno trabaje los contenidos más teóricos por su cuenta en su tiempo de estudio. Uno de los principales inconvenientes de este modelo reside en el hecho de que mientras el alumno estudia y prepara las sesiones, éste es vulnerable a distracciones que lo pueden llevar a alejarse de la asignatura. Es muy difícil saber hasta qué punto o con qué intensidad los alumnos han trabajado los documentos y materiales que se les han preparado. Por esta razón, muchas de las implementaciones actuales del modelo de clase invertida dedican parte de las sesiones presenciales a constatar que los alumnos han trabajado la documentación—lo que inevitablemente reduce el tiempo disponible para desarrollar las actividades que realmente dan valor a este método de aprendizaje. El propósito de este trabajo es presentar una herramienta basada en la analítica del aprendizaje, la cual da al equipo docente información objetiva y automática acerca de las interacciones que han habido entre cada alumno y los documentos PDF que se han publicado en el sistema de gestión del aprendizaje (por ejemplo Moodle). Además, se presentan los resultados de una prueba de concepto que se ha llevado a cabo con esta herramienta sobre la asignatura de Sistemas Digitales y Microprocesadores. Los resultados académicos preliminares que se han obtenido están alineados con la satisfacción del equipo docente al implementar, por primera vez en esta asignatura, el método de la clase invertida.

## Abstract

The flipped classroom model allows the teacher to implement active learning activities in face-to-face sessions, which enables students to focus on the most

theoretical aspects of the syllabus during their own study time. One of the main concerns of this model is that students can easily get distracted while preparing these sessions on their own due to the lack of teacher's tracking. Actually, it is very difficult to know how much, how hard, or up to what extent students have worked in the provided materials before starting the class. For this reason, many of the current implementations of the flipped classroom approach spend a considerable amount of time verifying that students have achieved a minimum level to conduct the class properly during face-to-face sessions—which unavoidably reduces the available time to develop the activities that are truly valuable for this learning model. The purpose of this work is to present a tool based on learning analytics, which gives the teaching staff objective and automatic information about the interaction between each student and the PDF documents uploaded in a learning management system (e.g., Moodle). In addition, the results of a proof of concept that has been applied to the Digital Systems and Microprocessors subject are presented. The preliminary academic results obtained are aligned with the satisfaction of the teaching staff when implementing, for the first time ever in this subject, the flipped classroom approach.

## Palabras clave

Clase invertida, analítica del aprendizaje, sistemas digitales y microprocesadores.

## 1. Motivación

La clase invertida es una estrategia docente en la que se invierte el orden establecido en el aprendizaje tradicional [2, 3]. El estudiante realiza una adquisición de información previa a la sesión lectiva en el aula y, posteriormente, el tiempo de la sesión presencial se dedica

a la realización de actividades que permiten asimilar y consolidar los conocimientos a adquirir [8]. De este modo se evita la pasividad del alumno en el aula, se potencia el aprendizaje activo y se pone en valor el rol del profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Existen multitud de casos [1, 4, 6, 9, 11] en los cuales la aplicación de la estrategia de la clase invertida ha dado unos resultados excelentes. De todos modos, también existen casos de fracaso y, muchos de estos, son debido a una mala aplicación del método de invertir la clase. Tal y como se desprende de las recomendaciones de Mercedes Marqués en su artículo [5], es habitual—y erróneo—pensar que en el modelo de clase invertida el profesor debe dedicar parte del tiempo de la clase lectiva a corroborar que el estudiante ha realizado las tareas previas que se le exigían. El resultado de seguir esta mala praxis es que no se aprovecha el tiempo de clase como pauta el método.

Esta situación motiva la necesidad de tener una retroalimentación de cómo ha funcionado el método de la clase invertida una vez aplicado. Un primer enfoque interesante de cara al alumno sería implementar algo parecido al Cuestionario de Incidencias Críticas (CuIC) que propone Miguel Valero [10] para evaluar qué es lo más positivo y lo más negativo que ha encontrado cada alumno en los materiales preparatorios de la sesión presencial. En función de la calidad y la tipología de las respuestas obtenidas, el docente podría tener una primera impresión acerca de cómo se ha trabajado una sesión. Sin embargo, con este método se hace difícil precisar la correlación entre la respuesta dada y las horas invertidas en el estudio de los materiales. Además, las respuestas deben analizarse manualmente, lo que requiere una significativa cantidad de tiempo por parte del equipo docente. Por este motivo, una de las grandes limitaciones que se encuentran los docentes en la aplicación de la clase invertida es la falta de información ágil y verdadera que constate si el estudiante ha trabajado las tareas previas y de qué manera.

Los últimos avances en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicados al ámbito educativo combinadas con la analítica de datos han fomentado el nacimiento y crecimiento exponencial del concepto “analítica del aprendizaje” o (*learning analytics*) [7]. Este paradigma consiste en utilizar estas nuevas tecnologías, especialmente las que están más próximas al mundo *web*, para obtener—entre otras cosas—información a tiempo real acerca de los estudiantes y ayudarles en el desempeño de las actividades pedagógicas así como en su auto-regulación. Parece entonces que esta puede ser la herramienta de soporte ideal para poder analizar y corroborar el resultado del trabajo previo que debe realizar el alumno y que es crítico para garantizar el éxito de la clase invertida. Son tales las posibilidades que brinda la analítica

del aprendizaje en cuanto al análisis del comportamiento de los alumnos en las tareas fuera del aula, que es posible analizar incluso las lecturas en documentación dentro de entornos virtuales de aprendizaje.

El propósito de este artículo es presentar la experiencia en el uso de una herramienta basada en la analítica del aprendizaje que permite cuantificar a tiempo real y de forma fiable el tiempo que invierte cada alumno en los materiales de soporte. Concretamente, esta herramienta utiliza tecnologías web para monitorizar las interacciones entre los alumnos y los documentos PDF (aunque es fácilmente integrable con otros formatos) colgados en una plataforma de gestión del aprendizaje, como por ejemplo Moodle. Además de presentar dicha herramienta, este trabajo describe la experiencia que se ha llevado a cabo en su uso en el contexto de la asignatura de Sistemas Digitales y Microprocesadores (SDM) de segundo curso de Ingeniería Informática, la cual presenta un caso de éxito en la evaluación de la preparación del alumno en la clase invertida.

El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera. La sección 2 expone el método utilizado para dar soporte a la clase invertida. La sección 3 describe el procedimiento seguido con la prueba piloto del uso de esta herramienta en la asignatura de SDM. Finalmente, la sección 4 discute los resultados preliminares obtenidos y expone las conclusiones de este trabajo.

## 2. Analítica de la clase invertida

La adaptación del aprendizaje en el aula utilizando el modelo de clase invertida sólo resultará exitosa si el profesor adquiere una visión de la evolución del alumno en cuanto a la materia y tiempo antes de la sesión presencial [7]. La capacidad de este modelo para abrir el aula a actividades inductivas se adquiere de los resultados analíticos de las tareas realizadas fuera del mismo. Por consiguiente, la analítica del aprendizaje es sin duda alguna el fundamento que fortalece y le da sentido al modelo de clase invertida.

Para este trabajo se ha ideado un sistema automático que permite analizar cómo los alumnos visualizan los documentos PDF de teoría disponibles en Moodle. Este es un análisis pionero en este tipo de formato, puesto que va más allá del número de descargas o accesos.

Dado que la visualización sin conexión no permitiría hacer un seguimiento activo de las interacciones, se ha utilizado una aproximación basada en un visor de PDF (<http://viewerjs.org/>) embebido dentro del navegador e integrado con Moodle—lo que dificulta altamente la descarga de la documentación. Esto permite encapsular al alumno dentro del entorno en línea, para así, monitorizar sus interacciones. La recolección y análisis de las interacciones se ha realizado con (1) Google Analytics para capturar cómo los alum-

## Sistemas Digitales y Microprocesadores

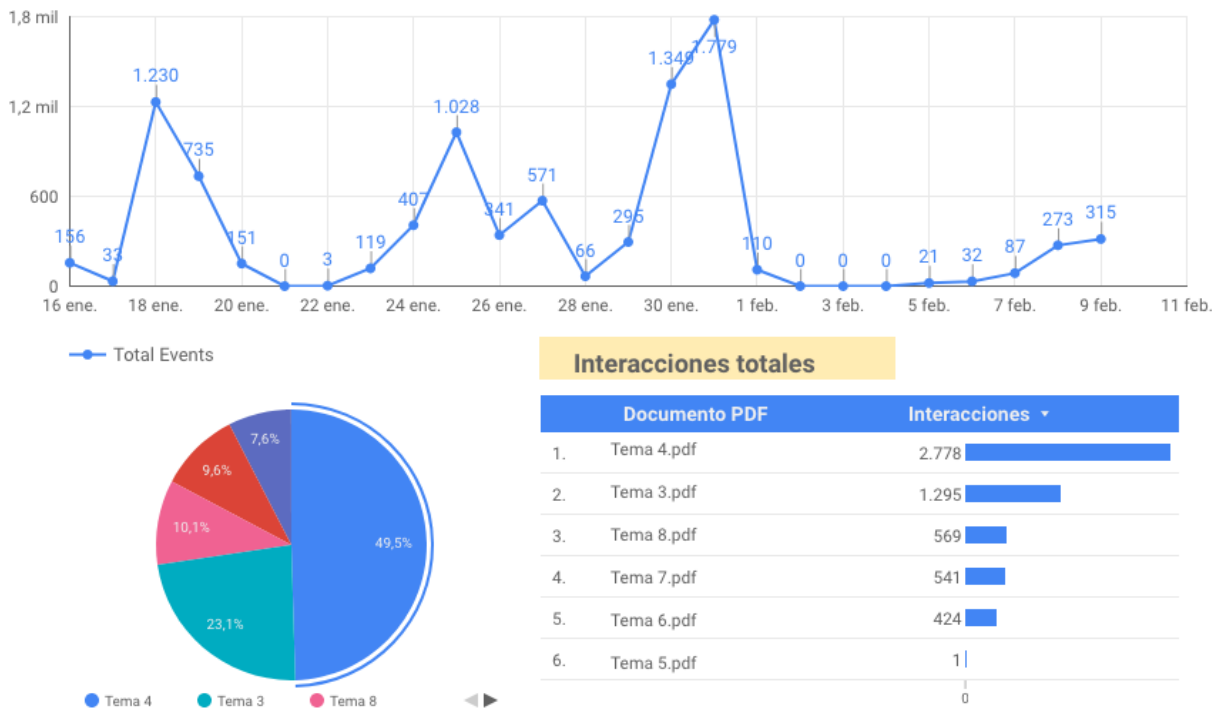


Figura 1: Número de interacciones entre alumnos y documentos PDF de soporte segmentadas por documento.

nos interactúan con los archivos y (2) Data Studio de Google para generar visualizaciones de los datos adquiridos (ver Figuras 1 y 2). Además, se han creado distintos filtros para acotar los datos por fecha, por horas de clase y por documento específico.

### 3. Una prueba piloto

Para hacer una validación preliminar esta herramienta se eligió la asignatura de SDM, la cuál tiene una carga lectiva de 9 ECTS, un volumen de alumnos considerable (más de 150 repartidos en tres grupos) y una tasa de aprobados alarmantemente baja (típicamente alrededor del 35 %) debido, principalmente, a la complejidad de sus prácticas (sólo las suelen entregar el 45 % de los alumnos).

Por esta razón se decidió aplicar el método de la clase invertida y trasladar parte de las sesiones magistrales (las relativas a los 5 temas de teoría de microcontroladores) al laboratorio. Así, los alumnos debían leer el documento PDF de cada sesión por su cuenta y desarrollar ejercicios prácticos durante las sesiones lectivas. Parte de estos ejercicios están orientados a guiar al alumno en el desarrollo de la práctica, lo que debería ayudar a aumentar el total de prácticas entregadas.

Antes de empezar la sesión, el docente debía examinar los resultados mostrados por la herramienta descrita en la sección anterior. Tal y como se muestra en las

figuras 1 y 2, se podía conocer, antes de que empezara la clase, qué porcentaje de alumnos había leído un 30 %, un 50 % o la totalidad de la documentación facilitada (nótese que los porcentajes se escogieron por conveniencia y no por limitación de la herramienta). De la misma manera, se podía conocer si los alumnos habían conseguido estos porcentajes utilizando distintos periféricos como el teclado o el ratón, lo que también podría dar una noción de si el alumno estaba utilizando una *tablet* (por ejemplo de camino a la universidad) o un ordenador (por ejemplo en casa o en la biblioteca). También se pudieron medir las interacciones con el ratón mediante el uso de la barra de desplazamiento vertical y las lecturas por teclado mediante el análisis de las teclas avance y retroceso de página.

Con toda esta información el docente podía cuantificar cuántos alumnos (interacciones) habían trabajado la sesión antes de clase así como cuántos habían llegado al final del documento (eventos de teclado y ratón).

### 4. Resultados y conclusiones

Las Figuras 1 y 2 muestran los resultados finales obtenidos con esta herramienta. En la Figura 1 se aprecia una cierta periodicidad semanal en las interacciones, lo que coincide con la duración de cada tema. En la Figura 2 (a la izquierda), se puede ver cuántos alumnos han llegado a ver un porcentaje de los 5 documentos

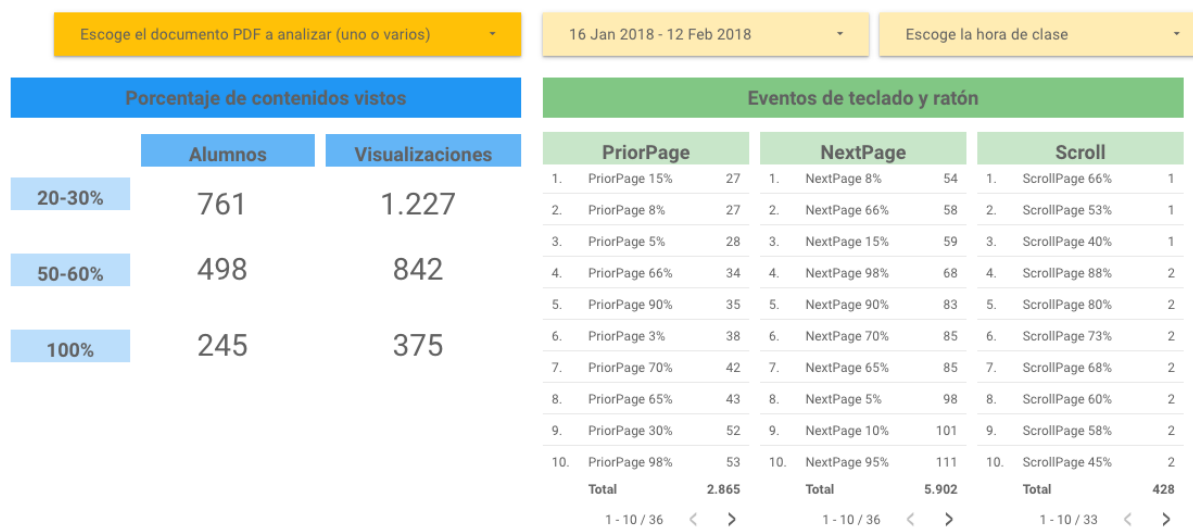


Figura 2: Porcentajes de lectura de los documentos segmentados por acción.

PDF (segmentos del 20 % al 30 %, del 50 % al 60 % y del 100 %). Al estar los resultados de los 5 temas agregados, se deben dividir los valores absolutos por 5. Por ejemplo, de los 166 alumnos matriculados este año, sólo 49 han visto todos los documentos hasta el final. A la derecha de la Figura 2, se pueden ver estos resultados desgranados por evento. Por ejemplo, *Next-Page 8 %* indica que el estudiante ha llegado al 8 % del documento mediante avanzar página.

Complementando la clase invertida con esta aproximación analítica, el docente pudo conocer la evolución de sus alumnos antes de entrar en el aula. En consecuencia, adquirió la capacidad de organizarla de la forma más eficiente en cuanto a las necesidades de sus alumnos, por ejemplo, organizando la clase en distintos niveles, asignando distintas tareas activas a los alumnos o realizando clases magistrales a un grupo mientras otro está realizando proyectos colaborativos.

Este análisis se ha llevado a cabo a nivel global de aula. Un análisis exhaustivo e individual para cada uno de los alumnos sería posible con algunas nuevas especificaciones técnicas.

## Referencias

- [1] Estefanía Argente, Ana García-Fornes y Agustín Espinosa. Aplicando la metodología Flipped-Teaching en el Grado de Ingeniería Informática: una experiencia práctica. En *Actas de las XXII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2016*, Almería, 2016.
- [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] M. J. Lage, G. J. Platt y M. Treglia. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1):30-43, 2000.
- [4] Sergio Luján y Estela Saquete. Mejora en el aprendizaje a través de la combinación de la clase invertida y la gamificación. En *Actas de las XXIII Jornadas de Enseñanza de la Informática, Jenui 2017*, Cáceres, 2017.
- [5] Mercedes Marqués. Qué hay detrás de la clase al revés (flipped classroom). En *Actas de las XXII Jornadas de Enseñanza de la Informática, Jenui 2016*, Almería, 2016.
- [6] Alberto Prieto, Beatriz Prieto y Begoña del Pino. Una experiencia de flipped classroom. En *Actas de las XXII Jornadas de Enseñanza de la Informática, Jenui 2016*, Almería, 2016.
- [7] George Siemens y Phil Long. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review* 46.5 (2011): 30.
- [8] Jordi Simón et al. Reformulación de los roles del docente y del discente en la educación. El caso práctico del modelo de la Flipped Classroom en la universidad. *REXE*, Vol. 2 Núm. 1, 2018.
- [9] Sílvia Terrasa Barrena y Gabriela Andreu García. Cambio a metodología de clase inversa en una asignatura obligatoria. En *Actas de las XXI Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2015*, Andorra La Vella, 2015.
- [10] Miguel Valero. Hagamos un CuIC. En *ReVisión*, Vol. 9, No. 1, 2016.
- [11] Agustín Valverde Ramos. Una experiencia de enseñanza inversa en un curso de matemáticas en Ingeniería Informática. En *Actas de las XX Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2014*, pp. 435 – 442, Oviedo, 2014.