



## Introducción de estrategias de aula invertida para la mejora del proceso de aprendizaje del estudiante

Asignatura de Química Analítica de diferentes grados de la Universidad de Barcelona

Díaz-Cruz, José Manuel; Ramírez, Eliana; Serrano, Núria; Subirats, Xavier  
Universidad de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica – Facultad de Química  
C/ Martí i Franquès, 1-11 – 08028 Barcelona – España  
[josemanuel.diaz@ub.edu](mailto:josemanuel.diaz@ub.edu); [eliana.ramirez-rangel@ub.edu](mailto:eliana.ramirez-rangel@ub.edu); [nuria.serrano@ub.edu](mailto:nuria.serrano@ub.edu);  
[xavier.subirats@ub.edu](mailto:xavier.subirats@ub.edu)

### 1. RESUMEN:

Este trabajo plantea el desarrollo e implementación de diferentes estrategias de aula invertida basadas en herramientas web 2.0 en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química de la Universidad de Barcelona para garantizar la consecución de las competencias de la asignatura, fomentar la motivación y participación en clase del estudiante, además de facilitar una retroacción activa, ágil y constante, en definitiva, mejorar su proceso de aprendizaje.

### 2. ABSTRACT:

This work deals about the development and implementation of several flipped classroom strategies based on web 2.0 tools in the subject of Analytical Chemistry in the Degrees of Chemistry, Pharmacy and Chemical Engineering of the University of Barcelona to guarantee the achievement of the subject's competences, promote the motivation and participation in class of the student, as well as providing an active, agile and constant feedback, in short, improve their learning process.

### 3. PALABRAS CLAVE:

Aula invertida, herramientas web 2.0, participación activa, consecución de competencias, dispositivos móviles, retroacción inmediata



## MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

---

### 4. KEYWORDS:

Flipped classroom, web 2.0 tools, active participation, achievement of competences, mobile devices, immediate feedback

### 5. DESARROLLO:

#### MARCO DE APLICACIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) fomenta que las metodologías docentes de las universidades se centren en el proceso de aprendizaje del estudiante y en sus resultados, medidos por el grado de adquisición de las competencias mediante la evaluación continua. Sin embargo, el diseño adecuado de las actividades de evaluación sigue siendo un reto importante, sobre todo en asignaturas teóricas [1], ya que la mayoría de estas actividades son no presenciales y asincrónicas, realizadas fuera de clase, lo cual no permite acreditar de manera inequívoca que cada estudiante ha alcanzado las competencias propuestas. Además, estas actividades se suelen discutir con los estudiantes *a posteriori*, lo que impide una retroacción inmediata que permita detectar y solucionar rápidamente las posibles deficiencias en el proceso de aprendizaje [2].

Desde otro ángulo, es necesario fomentar la participación activa de los estudiantes para mejorar su proceso de aprendizaje, lo cual resulta complicado en grupos numerosos (>60 alumnos) [3]. Esto obliga a desarrollar estrategias de aprendizaje innovadoras que fomenten la formación del alumnado, pongan a prueba sus conocimientos, permitan la autoevaluación de las competencias adquiridas y dispongan de una adecuada retroacción por parte del docente para mejorar el proceso de aprendizaje. En este sentido, la metodología de aula invertida, que cambia la secuencia clásica de las acciones de enseñanza, estudio y evaluación por la secuencia estudio, enseñanza y evaluación, permite avanzar hacia un aprendizaje centrado en el alumno, fomentando su autonomía y autoregulación [4,5]. Así el docente pasa de ser un transmisor de conocimientos a ser un orientador, mediador y supervisor del proceso de aprendizaje de los alumnos.

En nuestra sociedad son bien visibles los profundos cambios que está provocando la explosión de las conocidas TIC en todos los ámbitos de nuestra sociedad, así como la integración a la vida cotidiana de los dispositivos móviles (ordenadores portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes...) [6]. Así pues, el aprendizaje con dispositivos móviles (*m-learning*) es una magnífica oportunidad para introducir innovaciones necesarias y urgentes en la enseñanza, y particularmente en la Universidad [7].

Este trabajo se centra en la introducción de la técnica de aula invertida, en la modalidad combinada de enseñanza a tiempo (*just in time teaching*) y de aprendizaje entre iguales (*peer instruction*), en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química para el aprendizaje de los equilibrios químicos con el objetivo de hacer un seguimiento continuo y real del proceso de aprendizaje que permita detectar y corregir deficiencias en el mismo y proporcionar una retroacción más efectiva, al mismo tiempo que se fomenta el rol activo de los estudiantes dentro de su proceso de aprendizaje.



### ESTRATEGIA DE TRABAJO

El objetivo de la asignatura Química Analítica (6 ECTS) es introducir al alumno en el conocimiento de los equilibrios iónicos que fundamentan las reacciones ácido-base, de complejación, de precipitación y de oxidación-reducción. Con el objetivo final de mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes se aplicará una metodología de aula invertida combinando las estrategias de enseñanza a tiempo y de aprendizaje entre iguales. Además, se pretende que estas estrategias potencien el uso y la aplicación de las TIC, en especial de los dispositivos móviles y de las herramientas web 2.0.

Esta metodología se estructura en 4 etapas (Figura 1):

- Etapa 1 (semana previa al desarrollo en clase presencial): Presentación del material de estudio y resolución de un cuestionario en línea (individual, trabajo autónomo)

El profesorado proporcionará a los estudiantes a través del campus virtual materiales de lectura y audiovisuales del tema a tratar. Durante una semana los estudiantes deberán trabajar en casa con este material de manera individual con la ayuda de una guía de estudio. Esta etapa concluirá con la resolución de un cuestionario (*Cuestionario inicial acreditativo, CIA*) con preguntas de opción múltiple sobre los aspectos más relevantes del tema trabajado. Los estudiantes responderán el cuestionario desde casa y de manera nominal mediante la aplicación para dispositivos móviles *Socrative*. Al cerrarse el cuestionario dispondrán de las respuestas correctas y de la nota final. Para incentivar la participación del alumnado, este cuestionario deberá tener un peso en la calificación global de la actividad.

- Etapa 2 (inmediatamente anterior a la clase presencial): Análisis de las respuestas al cuestionario

Los profesores recopilarán las respuestas al cuestionario, las analizarán y calificarán. De esta forma obtendrán información sobre el nivel de comprensión de los alumnos y de los errores más habituales, y decidirán cómo estructurar la sesión presencial determinando qué aspectos del tema no es necesario mencionar, aquéllos que hay que clarificar y aquéllos que son objeto de los errores más frecuentes.

- Etapa 3 (clase/s presencial/es): Trabajo en clase

- Etapa 3.1 (Grupal): Al comenzar la clase el profesor hará una breve explicación de no más de 10-15 min para clarificar aquellos conceptos claves que son fuente de los errores más habituales.

- Etapa 3.2 (Individual): A continuación, el profesor propondrá un *Cuestionario formativo (CF)* que los alumnos resolverán utilizando la herramienta *Socrative* de manera individual con preguntas de opción múltiple sobre aspectos más aplicados. Al terminar el cuestionario (10 min) no dispondrán de las respuestas correctas, pero sí de la nota final obtenida a efectos meramente informativos.

- Etapa 3.3 (Parejas): Seguidamente el estudiante comparará y discutirá sus respuestas (10 min) con otro compañero. Durante este tiempo de discusión el profesor irá pasando por las parejas y ayudará en los razonamientos.

- Etapa 3.4 (Individual): Pasado el tiempo de debate, el estudiante de manera nominal e individual responderá por segunda vez el *Cuestionario formativo*. Al terminar el cuestionario dispondrán tanto de las respuestas correctas como de la nota final obtenida, para que puedan comparar su desempeño en relación al primer intento de resolución del cuestionario



## MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

---

(etapa 3.2).

- Etapa 3.5 (Grupal): El profesor haciendo uso de la herramienta *Socrative*, que facilita un informe de los resultados obtenidos tanto por alumno como por pregunta, proporcionará una retroacción final enfocada a corregir los errores de comprensión detectados.
- Etapa 4 (clase presencial): Evaluación en clase (sesión de 1 hora)  
Los estudiantes contestarán mediante *Socrative*, de manera individual y nominal, un *Cuestionario final acreditativo (CFA)* con preguntas de opción múltiple sobre aspectos teórico-prácticos del tema trabajado. Al terminar el cuestionario dispondrán de las respuestas correctas y de la nota final, y se llevará a cabo la retroacción que se considere necesaria. Este cuestionario tendrá carácter acreditativo y constituirá la evidencia de evaluación mayoritaria de esta actividad de evaluación continua de la asignatura.

### APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

La estrategia propuesta de aula invertida se aplicó en tres grupos de la asignatura Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química (grupo 1) en el curso 2019-2020, y en un grupo del Grado de Ingeniería Química (grupo 2) en el curso 2020-2021. En el primer curso la actividad se desarrolló con normalidad, sin verse afectada por las restricciones causadas por la crisis sanitaria de la COVID-19. En el segundo curso las clases presenciales también tuvieron lugar, pero las medidas de distanciamiento social en el aula impidieron llevar a cabo la etapa 3.3 de trabajo en parejas.

El *CIA* se diseñó para proporcionar indicadores sobre el grado de desarrollo de competencias cognitivas sobre los fundamentos del análisis volumétrico y gravimétrico, y también competencias instrumentales sobre el correcto procedimiento de realización de los análisis. Constó de 16-18 cuestiones de respuesta múltiple sobre la lectura seleccionada para preparar el tema y 4-5 preguntas de texto libre sobre la metodología de estudio seguida. Este cuestionario se resolvió de forma no presencial y asíncrona, tras la consulta del material de estudio y antes de las clases presenciales. El material de estudio constaba de 10 páginas, preparadas expresamente para esta actividad de aula invertida.

Se destinaron dos clases presenciales de una hora de duración a la etapa 3 de la estrategia de trabajo. Los 10-15 minutos iniciales de la primera clase se destinaron a la retroacción de las preguntas del *CIA* que habían tenido un acierto inferior al 75%. A continuación, se presentó la descripción de un procedimiento analítico y el alumnado debía identificar el modo operacional del análisis volumétrico (directo, indirecto o por retroceso) y calcular el contenido de analito en la muestra (*CF*). Para su resolución el alumnado pudo consultar el material proporcionado para el estudio previo.

El *CFA* se respondió en una tercera y última sesión presencial de esta actividad de clase invertida, de forma individual, sincrónica y sin material de consulta. En el grupo del Grado de Química y el grupo 1 de Ingeniería Química este cuestionario constó de una pregunta de carácter teórico del *CIA* destinada a identificar el modo operacional del análisis volumétrico y la resolución de un problema analítico. En el grupo del Grado de Farmacia y en el grupo 2 del de Ingeniería Química este cuestionario se modificó para incluir aquellas preguntas de carácter más teórico del *CIA* que tuvieron menos del 75% de acierto, además de la resolución de un problema analítico.



### RESULTADOS

En la Figura 2 se muestra una comparativa de las notas medias obtenidas por los cuatro grupos de la asignatura de Química Analítica en los cuales se ha llevado a cabo la estrategia de aula invertida. En tres de los cuatro grupos estudiados el porcentaje de acierto global en los cuestionarios finales es superior al de los iniciales. El grado de mejora puede parecer modesto, entre el 3 y 13%, pero debe tenerse en cuenta que el cuestionario final hacía mayor hincapié en la evaluación de las competencias instrumentales, mientras que el inicial estaba más centrado en las cognitivas. Fue también un factor influyente que el cuestionario inicial fuera no presencial y que se pudiera realizar sin límite de tiempo y con la ayuda de materiales de consulta, mientras que el cuestionario final era presencial, de tiempo limitado y sin consultar los apuntes. Cabe mencionar que el grupo del Grado de Farmacia, en el que se observa un porcentaje de acierto en el cuestionario final ligeramente inferior al del cuestionario inicial, estaba integrado por estudiantes repetidores de la asignatura, con conocimientos más consolidados de los contenidos evaluados en el cuestionario inicial, pero con dificultades en la aplicación de estos conocimientos a la resolución de problemas analíticos.

Analizando los resultados se puede concluir que el porcentaje de acierto global en el cuestionario inicial es ciertamente elevado. Esto parece indicar que las competencias cognitivas se pueden desarrollar de manera autónoma y satisfactoria utilizando únicamente los materiales de estudio preparados por el equipo docente para la actividad de aula invertida, en este caso una lectura y vídeos.

Los resultados obtenidos también muestran que el porcentaje de estudiantes que resolvió correctamente el cuestionario formativo (CF) tras debatirlo con un compañero aumentó entre un 20% y un 25%, confirmando el efecto beneficioso de dicha discusión sobre el aprendizaje entre iguales.

Con el fin de conocer el grado de aceptación y el aprovechamiento de esta estrategia de aprendizaje se han realizado encuestas entre el alumnado (Figura 3). En general, los estudiantes valoran positivamente la estrategia de aula invertida realizada, ya que les permite desarrollar su capacidad de aprendizaje autónomo, les facilita el aprendizaje de los contenidos trabajados, les ayuda a venir más preparados, estar más atentos y a participar más activamente en las clases presenciales. Por otro lado, también manifiestan que, aunque les ha implicado un mayor trabajo por su parte, recomendarían a otros compañeros la realización de esta actividad. En relación a la carga de trabajo, es conveniente hacer la reflexión que, en perspectiva global, el aula invertida no representa un incremento de la carga de trabajo para el alumno, sólo la desplaza en el tiempo. En las actividades convencionales de aprendizaje el alumnado estudia los materiales *tras* trabajarlos en clase; en aula invertida se estudian *antes*, lo que favorece la comprensión de los contenidos y el mayor aprovechamiento de las clases presenciales ya que éstas pueden ser dedicadas a profundizar en aquellos aspectos que presentan más dificultades.



## MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

---

### AGRADECIMIENTOS

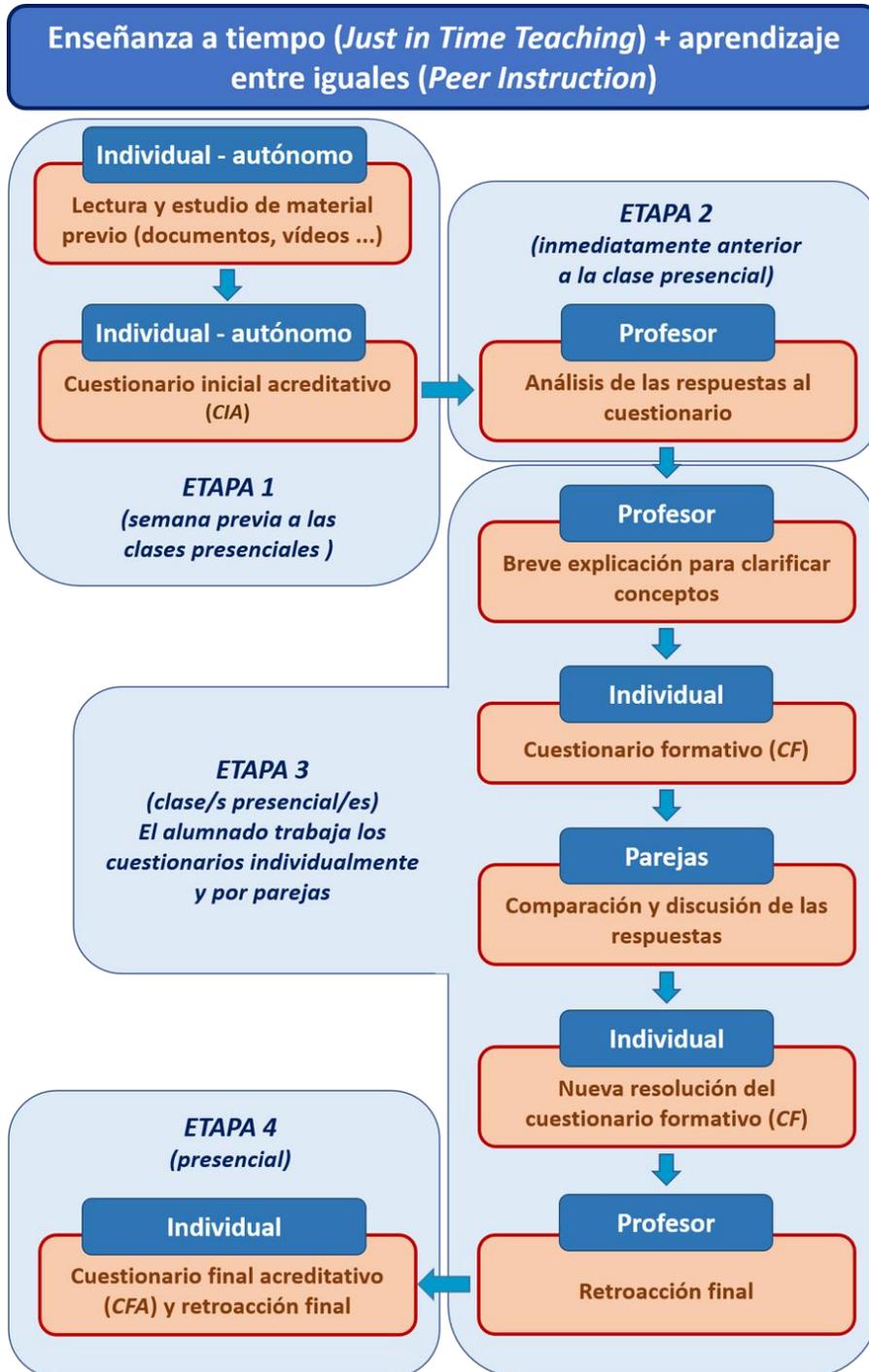
Queremos agradecer, en primer lugar, la participación de nuestros estudiantes de Química Analítica en la implantación de esta estrategia de aula invertida. Ellos y ellas son el centro de nuestra actividad docente. Y, en segundo lugar, los consejos de los Dres. José Luis Medina y Gabriel Hervás, del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universidad de Barcelona.

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de investigación, innovación y mejora de la docencia y el aprendizaje (RIMDA) de la Universidad de Barcelona 2018PID-UB/029, 2018PID-UB/Q01, 2018PID-UB/Q02, 2018PID-UB/Q03, 2018PID-UB/Q04 y 2020PID-UB/Q02.



## MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

### 5.1. FIGURA 1



**Figura 1.** Esquema de la estrategia combinada de enseñanza a tiempo y aprendizaje entre iguales utilizada en la actividad de aula invertida.



5.2. FIGURA 2

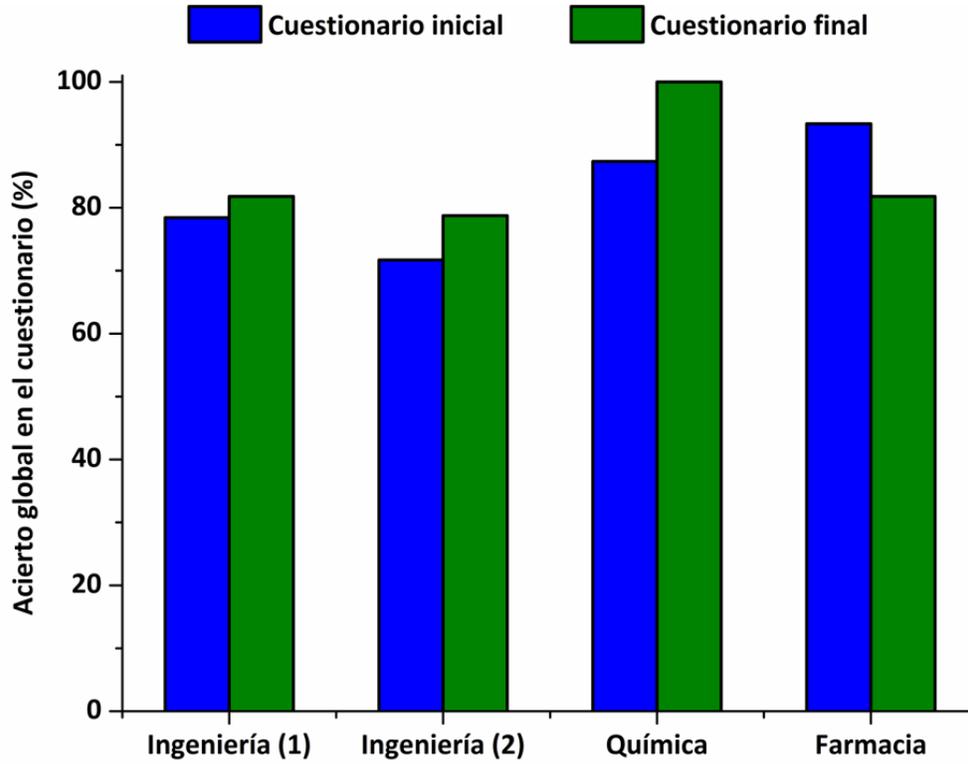
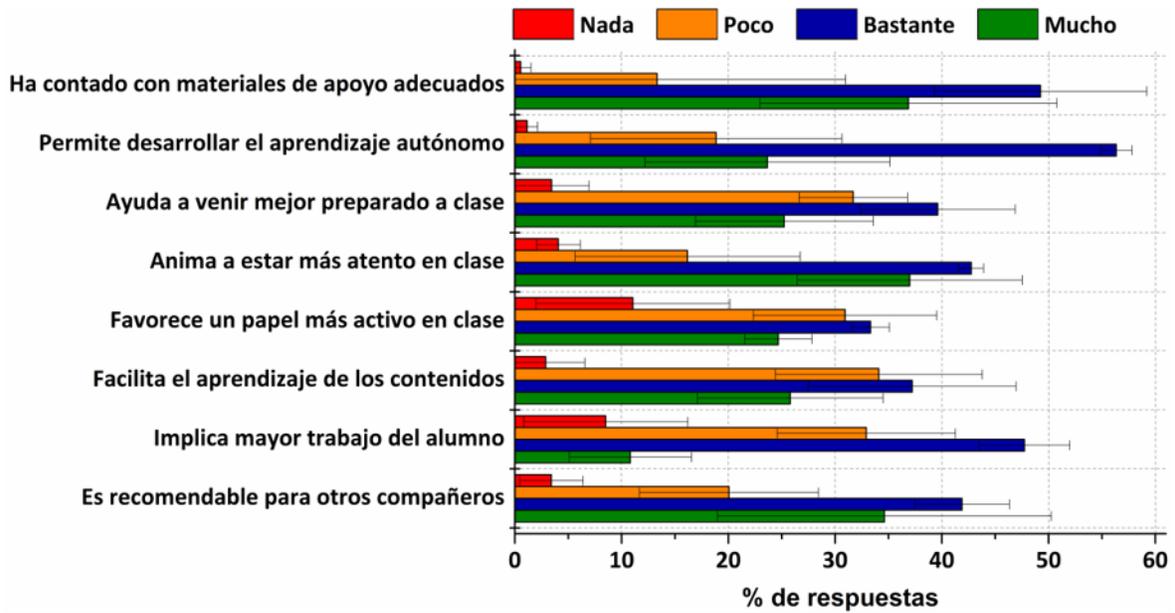


Figura 2. Comparativa de notas medias obtenidas en los cuestionarios acreditativos inicial (CIA) y final (CFA) para los dos grupos del grado de Ingeniería Química y los grupos de los grados de Química y Farmacia.



## MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

### 5.3. FIGURA 3



**Figura 3.** Promedio de los resultados de las encuestas de satisfacción respondidas por el alumnado en relación a su experiencia de aprendizaje mediante aula invertida.



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Brown, S., Glasner A. (2007). *Evaluar en la Universidad*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [2] Martí, J. (2012). *La importancia del feedback en las enseñanzas semipresenciales y a distancia* (<http://www.xarxatic.com/la-importancia-del-feedback-en-las-ensenanzas-semipresenciales-y-virtuales/>)
- [3] Morell, T. (2009). *¿Cómo podemos fomentar la participación en nuestras clases universitarias?* Editorial Marfil, Alcoy.
- [4] Bergmann, J., Sams, A. (2012). *Flip your classroom. Reach every student in every class every day*. Colorado: ISTE. ASCD.
- [5] Medina, J.L. (2016). *La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida*. Ediciones Octaedro, Barcelona.
- [6] Alonso, L., Blázquez, F. (2012). *El docente de educación virtual (guía básica)*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [7] SCOPEO (2011). *M-learning en España, Portugal y América Latina*. Monográfico SCOPEO nº 3.