

Aula invertida en enseñanzas sanitarias: recomendaciones para su puesta en práctica

Alfredo PRIETO-MARTÍN, José BARBARROJA-ESCUADERO, Isabel LARA-AGUILERA, David DÍAZ-MARTÍN, Ana PÉREZ-GÓMEZ, Jorge MONSERRAT-SANZ, Alfredo CORELL-ALMUZARA, Melchor ÁLVAREZ DE MON-SOTO

Resumen. El aula invertida es un modelo de enseñanza-aprendizaje en el que los alumnos tienen el primer contacto con la información a ser aprendida fuera de clase, mediante documentos (textos y videos) que el docente les hace llegar por medios electrónicos. El tiempo de clase así ahorrado se dedica a actividades de aula que consolidan la asimilación de ese conocimiento y lo aplican a la resolución de cuestiones, casos y problemas. Este modelo de aprendizaje reduce el tiempo de instrucción directa en clase y aumenta el dedicado al aprendizaje activo. Se transfiere al alumno la responsabilidad de esforzarse inicialmente para alcanzar un nivel de comprensión básico y comunicar sus dificultades y dudas al docente. Así, el docente recibe información sobre cuáles son las dificultades y necesidades de sus alumnos y podrá adaptar las actividades que realizará en el aula para resolver las dudas manifestadas por ellos. Denominamos a esta metodología 'aula invertida adaptativa'. El aula invertida logra un mayor grado de implicación de los alumnos con su aprendizaje, mejoras en la valoración de su percepción sobre la docencia recibida y, sobre todo, mejoras en sus resultados académicos. En este artículo también se sopesan los beneficios y los costes del cambio desde la metodología expositiva tradicional al aula invertida adaptativa y, finalmente, se aportan recomendaciones para la puesta en práctica del aula invertida en el contexto de una enseñanza tradicional de las ciencias sanitarias.

Palabras clave. Aula invertida. Aula invertida adaptativa. Aula invertida enfocada en las dificultades.

Flipped classroom in health teaching: recommendations for its implementation

Summary. Flipped classroom means that students have the first exposure to new information to be learned outside the classroom by mean of electronic documents (texts and videos). Next, class time is devoted to class activities which reinforce the assimilation of that knowledge by applying it to answer questions and solving cases and problems. This learning model reduces the class time devoted to direct instruction and increases the time used in active learning. It transfers to the student the responsibility of initially striving to reach a basic understanding and communicate their difficulties and doubts to the teacher. Thus, the teacher receives information about the difficulties and needs of their students and can adapt the activities they will carry out in the classroom to solve the doubts expressed by their students. We named this teaching methodology as adaptive flipped classroom. The flipped classroom achieves a greater degree of involvement of students with their learning, improvements in academic results and in their assessment of the teaching received. In this report, the benefits and costs of the change are weighed from the traditional expositive methodology to the adaptive flipped classroom and, finally, recommendations are given for the implementation of the flipped classroom in the context of a traditional teaching of health sciences.

Key words. Adaptive flipped classroom. Difficulty focused flipped classroom. Flipped classroom.

¿Qué aporta el aula invertida?

El método expositivo tradicional empleado en la mayoría de las clases universitarias utiliza casi todo el tiempo de éstas para que los alumnos contacten con la nueva información explicada por el profesor. Dada la extensión de los temarios a impartir en muchas asignaturas, casi nunca queda suficiente tiempo libre de clase para dedicarlo a actividades en las que los alumnos razonen con esa información, la

apliquen (p. ej., a la discusión de casos clínicos) y sean evaluados formativamente [1,2].

Desde los años ochenta, profesores universitarios en países anglosajones se plantearon si dedicar a transmitir información casi todo el tiempo de clase era la mejor manera de aprovechar este valioso recurso para producir aprendizaje [3]. Se demostró que la introducción de actividades de aprendizaje activo (*active learning*) en las clases universitarias lograba mejoras importantes en el rendimiento aca-

Departamento de Medicina y Especialidades Médicas; Universidad de Alcalá; Hospital Universitario Príncipe de Asturias; Alcalá de Henares, Madrid (A. Prieto-Martín, J. Barbarroja-Escudero, I. Lara-Aguilera, D. Díaz-Martín, A. Pérez-Gómez, J. Monserrat-Sanz, M. Álvarez de Mon-Soto). Área de Inmunología; Departamento de Pediatría e Inmunología, Obstetricia y Ginecología, Nutrición y Bromatología, Psiquiatría e Historia de la Ciencia; Universidad de Valladolid; Valladolid, España (A. Corell-Almuzara).

Correspondencia:

Dr. Alfredo Prieto Martín.
Departamento de Medicina y Especialidades Médicas. Universidad de Alcalá. Ctra. N-II, km. 33,600. E-28871 Alcalá de Henares (Madrid).

E-mail:

alfredo.prieto@uah.es

Financiación:

Este trabajo ha podido realizarse gracias a los proyectos de innovación docente 'Creación de un repositorio interuniversitario de recursos instructivos y tecnológicos para la puesta en práctica de asignaturas de inmunología básica, inmunología clínica e inmunología aplicada basadas en el modelo de aula invertida', dentro de la Convocatoria de Proyectos para el Fomento de la Innovación en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Universidad de Alcalá (curso 2017-2018), e 'Inmunomedía', Universidad de Valladolid (curso 2018-2019).

Recibido:

12.11.19.

Aceptado:

13.11.19.



Artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ISSN: 2014-9832

ISSN (ed. digital): 2014-9840

Conflicto de intereses:
No declarado.

Competing interests:
None declared.

© 2019 FEM

démico de los estudiantes [4-6]. En varios contextos disciplinares de enseñanza universitaria de las ciencias, la incorporación de actividades de aprendizaje activo a las clases incluso consigue duplicar el beneficio de aprendizaje de los estudiantes con respecto al obtenido mediante metodología expositiva tradicional [3-8].

Un metaanálisis que reúne estudios de comparación de 225 asignaturas universitarias impartidas mediante método tradicional y aprendizaje activo demuestra un tamaño del efecto de la incorporación de aprendizaje activo sobre el aumento de la calificación media en las pruebas de evaluación en las asignaturas de 0,47 veces la desviación estándar [7]. Se objetivó que el alumno del percentil 50 obtiene una calificación cuando aprende mediante aprendizaje activo igual a la que con el método tradicional obtiene el alumno del percentil 68. Este metaanálisis también detectó una reducción muy significativa en la tasa de fracaso. Los estudiantes en las asignaturas impartidas mediante clases tradicionales tienen una probabilidad de suspender 1,5 veces superior a la de los estudiantes en clases con aprendizaje activo.

Sin embargo, pese a todas las pruebas de la superior eficacia del aprendizaje activo [4-9], esta metodología no ha conseguido imponerse en la educación universitaria y sólo es utilizada por una minoría de profesores en limitadas ocasiones [11]. Ante la disyuntiva entre explicar todo el temario o dedicar tiempo de clase a actividades necesarias para que los alumnos profundicen su comprensión de los conceptos tratados y consoliden su aprendizaje, los profesores universitarios optan casi siempre por la primera opción [4]. Algunos autores han escrito acerca de la existencia de un pacto diabólico (*devil bargain*) con la cobertura del temario que se materializa en la elección de formas de enseñanza que permiten impartir más temario al contraproducente coste de producir menos aprendizaje en los alumnos. Es decir, les enseñamos más para producir el triste efecto de que aprendan menos [1].

El modelo de aula invertida (*flipped classroom*) resuelve este problema de la carestía del tiempo de clase, pues al transmitir inicialmente la información a aprender mediante canales *on line*, evita gastar en ello casi todo el valioso tiempo de clase creando las condiciones ideales para introducir más aprendizaje activo en las aulas [12]. En contextos de educación universitaria, en disciplinas muy variadas, se ha demostrado que el aula invertida, cuando se diseña correctamente y se pone en práctica de manera apropiada, resulta más eficaz que la metodología expositiva tradicional, pues mejora los resultados

académicos de los alumnos y el ejercicio y el desarrollo de competencias durante el tiempo de clase [13-18]. La eficacia del modelo de aula invertida aumenta mediante la incorporación de actividades de evaluación formativa en clase [19] y cuando el profesor decide cuál es el mejor uso que puede dar al tiempo de interacción con sus alumnos en clase, a partir del *feedback* recibido de ellos, tras la realización del estudio preparatorio [20].

Evolución desde el aula invertida sencilla al aula invertida adaptativa (enfocada en las dificultades de los alumnos)

En el aula invertida sencilla, los alumnos interactúan con los nuevos conceptos antes de clase para después profundizar y ejercitar su comprensión en el espacio grupal, la clase, donde se debatirá y se discutirán preguntas y casos planteados por el profesor. Gracias al aula invertida se crea un entorno educativo estimulante en el que el alumno es motivado para prepararse para las clases y participar activamente en ellas [21]. Este entorno de aprendizaje centrado en la resolución de dificultades de comprensión y en la participación del estudiante puede generarse en las asignaturas que se imparten mediante enseñanza presencial por medio de la incorporación de comunicación *on line* para hacer llegar a los alumnos la información a aprender (p. ej., correos electrónicos con hipervínculos a documentos y videos).

El aula invertida adaptativa añade, a la comunicación profesor-alumno tradicional y al aula invertida sencilla, una vía de retorno desde los alumnos al docente mediante cuestionarios *on line* que sirven para recoger información de las reacciones de los alumnos a los materiales enviados. Esta comunicación bidireccional previa a la clase permite al profesor adaptarse a las necesidades de sus alumnos al enfocar el uso de tiempo en el aula en la superación de las dificultades detectadas tras el estudio preparatorio inicial. Gracias al análisis de respuestas de sus alumnos, el docente recibe *feedback* y puede preparar ejemplos, casos o preguntas que servirán para que los alumnos profundicen la comprensión de aquellos conceptos que generan las dificultades más importantes. Al no tener que explicar todo, sino principalmente los conceptos que generan más dificultad, el profesor dispone de más tiempo de clase para dedicarlo a la resolución y discusión de casos y preguntas de examen (Fig. 1).

La combinación de enseñanza presencial con interacciones *on line* alumno-profesor produce un en-

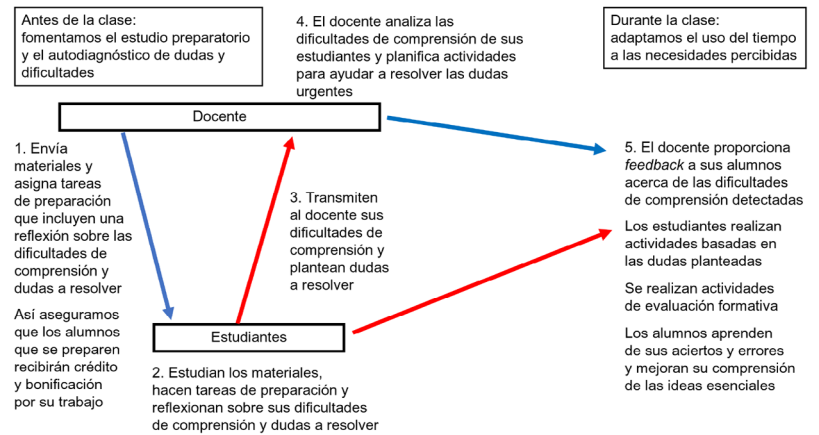
torno de aprendizaje híbrido (presencial/no presencial) en el que la información a aprender se transmite inicialmente junto con instrucciones de trabajo que guían a los estudiantes de una manera secuenciada y organizada para facilitar la comprensión de las ideas esenciales [12]. En el caso del aula invertida adaptativa, los alumnos interactúan con esa información y contestan a preguntas en cuestionarios que proporcionan *feedback* al profesor sobre el grado de comprensión alcanzado mediante el estudio preparatorio, las dificultades encontradas y las dudas que les han surgido. Con la información recibida de los alumnos, el profesor comprueba que sus alumnos han leído y comprendido los materiales y, si es necesario, rediseña su plan de clase para enfocarlo en la resolución de las dudas que ha detectado [20].

Desarrollo histórico del modelo de aula invertida

La clase invertida tiene su origen en los métodos de aprendizaje activo en clase que empezaron a emplearse en las universidades anglosajonas en los años ochenta y en los métodos de fomento del estudio previo para la realización de actividades en el tiempo de clase. En estos métodos, antes de las clases presenciales, los alumnos exploran materiales instructivos (documentos y videos) proporcionados por el profesor que contienen la información a aprender. El tiempo de clase se usa para centrarse en la resolución de dudas y discusión de los conceptos que originaban dificultades de comprensión [2,22]. Metodologías precursoras del aula invertida fueron la enseñanza por compañeros (*peer instruction*), la enseñanza 'justo a tiempo' o enseñanza a demanda (*just-in-time teaching*) y el aprendizaje basado en equipos, que tanto se ha popularizado en los últimos años en la enseñanza de la medicina [23,24].

En la enseñanza por compañeros, la clase se enfoca en el uso de preguntas que se plantean a los alumnos para hacer aflorar sus errores conceptuales y corregirlos mediante una combinación de discusiones entre parejas de alumnos y discusión general [25]. En la enseñanza a demanda, el profesor obtiene *feedback* de los alumnos sobre las dificultades que han experimentado al explorar los materiales instructivos con antelación suficiente para enfocar su plan de clase en la resolución de las dificultades detectadas [26]. En el aprendizaje basado en equipos, se fomenta el estudio preparatorio para afrontar una pequeña prueba de evaluación formativa tipo test en el inicio de cada tema. En clase se res-

Figura 1. Flujos de información entre el docente y los alumnos en el aula invertida adaptativa.



ponde a breves exámenes tipo test (*quizzes*), se realizan actividades y se resuelven casos trabajando en pequeños equipos para mejorar el aprendizaje y ejercitar habilidades y competencias [23].

Estas metodologías de aprendizaje híbrido –que combinan enseñanza presencial con enseñanza *on line*– fomentan el estudio preparatorio y ello permite que los alumnos participen con éxito en actividades de discusión de casos, ejercicio del razonamiento clínico y evaluación formativa durante el tiempo de clase. Esto contrasta con su papel habitual en la clase expositiva tradicional, donde los alumnos toman notas de las explicaciones (a veces, transcripciones literales de lo dicho por el profesor) y raramente se dedica tiempo a la aplicación y la evaluación formativa de lo aprendido. El abuso de la clase expositiva no deja tiempo para realizar actividades en las que el alumno protagoniza su aprendizaje, con lo que no practica el razonamiento clínico con la información que se le transmite y aprende de una manera muy dependiente de las explicaciones de su profesor, sin capacidad de réplica.

En el año 2000, Baker acuñó el término *classroom flip* [27], y Lage et al, el de *inverted classroom* [28]. Estos modelos pioneros, aunque en su momento casi no tuvieron impacto, entran dentro de lo que posteriormente Sams y Bergmann denominarían *reversed classroom* y dentro de lo que, en el vocabulario actual, se denominaría 'aula invertida' o *flipped classroom* [21]. Estos autores sabían que habían descubierto algo importante y cada uno quería ponerle un nombre distinto. Al final, el término *flipped classroom* fue el que se popularizó ex-

traordinariamente entre los profesores innovadores de educación secundaria y superior.

Al principio de esta década, un grupo de pioneros en el *flipped classroom* y líderes de la red de aprendizaje invertido, deseosos de crear su propia marca y diferenciar entre distintas variantes de *flipped classroom*, definieron y promovieron el término *flipped learning* ('aprendizaje invertido'), como resultado de la evolución a mejor del *flipped classroom*, y desarrollaron una declaración sobre las características que debía tener el *flipped classroom* de calidad para que pudiese denominarse *flipped learning* [29]. Según esta definición, 'el aprendizaje inverso es un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se desplaza fuera del entorno de aprendizaje grupal al espacio de aprendizaje individual, y el espacio grupal resultante se transforma en un entorno de aprendizaje dinámico e interactivo donde el educador guía a los estudiantes, mientras ellos aplican los conceptos y se implican creativamente con la materia a aprender'. Sin embargo, pese a los esfuerzos de los promotores del término *flipped learning* como 'ideal supremo' del *flipped classroom*, en la actualidad el término que sigue siendo el más utilizado (> 75%) en las publicaciones académicas es el de *flipped classroom* o aula invertida, y por ello es el que hemos utilizado en este artículo.

Cada profesor que empieza a invertir sus clases inicia un camino de mejora y evolución metodológica que es acelerada por el nuevo entorno de aprendizaje, pues en el modelo de aula invertida se enriquece la comunicación con los alumnos, aportando más *feedback* al profesor, que le resulta muy útil para seguir innovando su metodología docente. En nuestro caso (el del grupo de profesores del Área de Inmunología de la Universidad de Alcalá), partiendo de una metodología de aula invertida sencilla, hemos ido evolucionando a un modelo de aula invertida adaptativa en el que, a partir del análisis de las dudas de nuestros alumnos, detectamos las dificultades a superar y decidimos cómo usar el tiempo de clase para que pueda contribuir todavía más a su resolución [21]. En nuestra experiencia de diez años con el modelo de aula inversa adaptativa, nos hemos dado cuenta de que el mecanismo de comprobación del estudio preparatorio y su capacidad para generar *feedback* para el docente y sus alumnos son mucho más importantes para el fomento del aprendizaje que el medio tecnológico concreto que se haya utilizado (video, PDE, PowerPoint anotado o con audio) para transmitir la información a aprender [20]. Si inicialmente sólo disponemos de las presentaciones de PowerPoint que usamos para explicar en

clase, podemos empezar utilizándolas para transmitir la información a nuestros alumnos por adelantado, pero conviene que en la medida de lo posible vayamos añadiendo otros materiales, como videos instructivos, píldoras de PowerPoint con audio, e incluso apuntes redactados, ya que los alumnos prefieren disponer de fuentes de información alternativas con el fin de poder ayudarse de unas fuentes para comprender aquellas dudas que les surgen a partir del estudio de otras.

¿Por qué conviene cambiar al modelo de aula invertida en la enseñanza universitaria de ciencias sanitarias? Estudio de costes y beneficios

Los metaanálisis sobre la eficacia del aula invertida demuestran que, cuando se realiza de modo apropiado (guiando con instrucciones de trabajo a los estudiantes, asegurando el estudio previo y realizando actividades formativas en las clases), mejoran de manera significativa los resultados académicos de los alumnos universitarios en titulaciones sanitarias [18,30-32] y también en otros estudios universitarios del ámbito de las ciencias, matemáticas e ingenierías [13-17,19]. Por tanto, está claro que la puesta en práctica del modelo de aula invertida beneficia el aprendizaje y el desarrollo de los alumnos universitarios. Los profesores universitarios no deberíamos mirar a otro lado e ignorar la bibliografía que sugiere que podemos mejorar el aprendizaje de nuestros alumnos si incorporamos el aula invertida a las clases [13-20,30-32].

Las ventajas del aula invertida que señalan los profesores que lo han puesto en práctica y los estudios que han contrastado su eficacia con respecto a la metodología expositiva tradicional forman una larga lista (Tabla I). Casi todos los profesores señalan como la principal ventaja que el aula invertida proporciona tiempo extra de clase y estudiantes más motivados y mejor preparados para realizar actividades en las que tengan que razonar y aplicar lo aprendido. Muchos señalan que el aula invertida motiva a los estudiantes a prepararse para las clases y, así, ser capaces de sacar más beneficio de las actividades que realizan en ellas. Este trabajo de los estudiantes es facilitado por el profesor, que les indica qué tareas de preparación deben realizar y qué preguntas de evaluación formativa deben responder para demostrar que su interacción con los materiales instructivos ha sido fructífera. Por tanto, el aula invertida guía el trabajo preparatorio de los estudiantes y, al hacerlo, crea las condiciones en las que

podemos incorporar más actividades protagonizadas por los alumnos en el tiempo de clase. Todo ello tiene un enorme impacto en la mejora del aprendizaje de los alumnos.

En nuestra experiencia con el aula invertida, hemos comprobado que el aula invertida 'obliga' al estudiante a implicarse más en la asignatura, por ejemplo, aumentando el tiempo de estudio y la participación en clase. Los estudiantes vienen más preparados a clase y así el profesor emplea menos tiempo para transmitir los contenidos más básicos que ya han sido comprendidos. En clase se dispone de más tiempo para profundizar su nivel de aprendizaje, para hacerles preguntas, para obligarlos a razonar, para promover el razonamiento profundo y la aplicación del conocimiento adquirido a nuevas situaciones o problemas. De esta manera, el docente puede identificar más confusiones y necesidades y puede intervenir para su resolución. En este entorno desafiante, la gran mayoría de los alumnos universitarios se sienten motivados y partícipes de la clase. A consecuencia del estudio preparatorio regular y las actividades de consolidación que los alumnos realizan en clase, el aprendizaje mejora, las calificaciones en las pruebas de evaluación aumentan y también las puntuaciones obtenidas en las encuestas oficiales de valoración de la docencia por los alumnos [20]. En consecuencia, los alumnos comprenden en mayor profundidad los contenidos, aprenden a aplicarlos y desarrollan más las habilidades y competencias que practican en el tiempo de clase (interpretación y evaluación crítica de las evidencias, razonamiento clínico, comunicación) y fuera de ella (proceso autónomo y autorregulado de información).

Finalmente, las perspectivas de éxito de los profesores que intentan poner en práctica el aula invertida son elevadas (incluso cuando no han recibido formación metodológica o ni siquiera han leído un libro sobre cómo hacerlo). En España, el 90,8% de los profesores que han puesto en práctica el modelo de aula invertida declaran estar contentos con su efecto sobre el esfuerzo y los resultados de aprendizaje de sus alumnos. Este porcentaje sube al 96% entre los profesores que han leído un texto sobre cómo implementar la metodología de aula invertida antes de intentar ponerla en práctica.

Entre los costes del aula invertida para el alumno hay que destacar que este modelo les exige que se preparen para las clases. En este sentido, es muy importante que el profesor diseñe el trabajo preparatorio de manera que no suponga una carga de trabajo excesiva para los alumnos. Esto puede corroborarse introduciendo en el cuestionario de com-

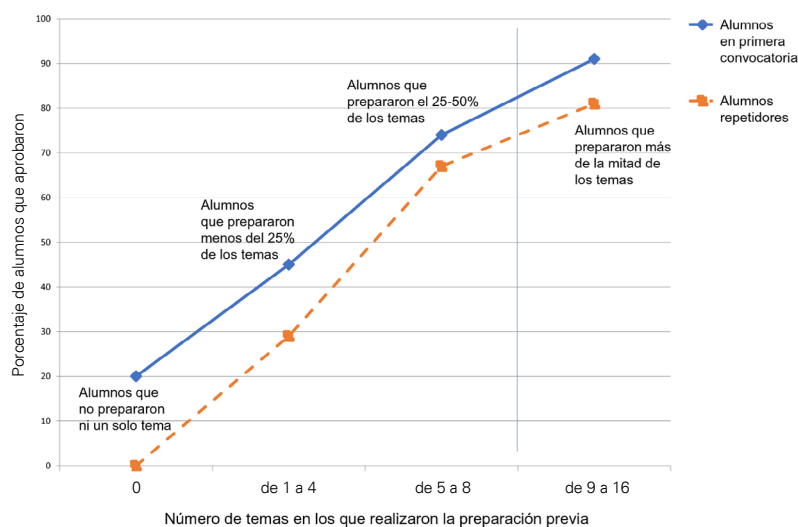
Tabla I. Ventajas del modelo de aula invertida con respecto al modelo tradicional de clases expositivas.

Fomenta el estudio en el tiempo no presencial y los alumnos se preparan mejor para las clases presenciales
Motiva a los estudiantes a prepararse para las clases y así ser capaces de sacar más beneficio de las actividades que realizan en clase
Proporciona tiempo extra de clase y estudiantes mejor preparados para realizar actividades en las que los alumnos tengan que razonar y aplicar lo aprendido, con lo que el aprendizaje es más significativo y de mayor calidad
Obliga a los alumnos a ser más activos en clase, razonan y participan más, ejercitan y desarrollan más sus competencias durante el tiempo de las clases
Permite enfocar el uso del tiempo de clase en aquello que más necesitan los alumnos (resolución de dudas comunes, aclaración de conceptos difíciles de comprender)
Los alumnos están más atentos en clase al adoptar un papel coprotagonista
Mejoran las notas medias en los exámenes de evaluación del aprendizaje
Disminuye la tasa de fracaso (resultante de sumar los porcentajes de alumnos suspendidos y no presentados)
Aumenta el porcentaje de alumnos que sacan notas superiores a 8 sobre 10
Mejoran las puntuaciones que los alumnos dan a la asignatura en las encuestas oficiales de valoración de la opinión de los alumnos sobre la docencia
Las clases son menos aburridas para los alumnos y también para el docente

probación de estudio una pregunta del tipo '¿cuánto tiempo has empleado en leer los materiales, ver los videos, reflexionar y responder a este cuestionario?'. De esta manera, el profesor obtiene información sobre el tiempo no presencial que los alumnos dedican a prepararse las clases de la asignatura.

Dado que el alumno universitario (según estipulan los créditos ECTS) debe dedicar una media de ocho horas de trabajo semanales (sumando el tiempo de trabajo presencial y el no presencial) a cada una de sus cinco asignaturas del cuatrimestre ($5 \times 8 = 40$ h/semana), podemos comprobar fácilmente si el trabajo de preparación es excesivo o escaso. Estudios realizados sobre la carga de trabajo de los alumnos universitarios españoles demuestran que, en las distintas universidades analizadas, la carga real de trabajo no presencial por crédito ECTS es significativamente inferior a la carga nominal legalmente establecida [33-35]. La constatación de la brecha ECTS, es decir, la considerable diferencia entre la carga de trabajo nominal del crédito ECTS y el menor volumen de trabajo real de los alumnos, debería animar a los profesores universitarios a hacer lo posible para que los alumnos dediquen a su aprendizaje más tiempo fuera de clase. Sólo así los créditos ECTS que se ofrecen en las universidades espa-

Figura 2. Relación entre el nivel de estudio previo y porcentaje de alumnos que aprueban en una asignatura en la que se pone en práctica el modelo de aula invertida.



ñolas serán reales y no la promesa incumplida de una ficción institucional.

Los costes del modelo de aula invertida para el profesor son los que retraen a muchos docentes, que pese a las evidencias de la superior eficacia del aula invertida, no se atreven a dar el paso de poner a prueba este modelo innovador pensando en que les va a acarrear un trabajo extra inicial en la preparación de sus clases. Es cierto que el cambio al aula invertida exige un esfuerzo extra por parte del profesor, especialmente durante el proceso de transición metodológica. El profesor debe crear y buscar materiales instructivos apropiados al nivel de partida de sus alumnos. El rendimiento del esfuerzo inicial puede optimizarse si los profesores principiantes disponen de manuales sobre cómo implementar el aula invertida que les aporten orientaciones metodológicas y les ayuden a implementar el modelo de manera exitosa y ahorrando esfuerzos superfluos e innecesarios [11]. El trabajo en equipo de profesores también ayuda a reducir este esfuerzo al repartirse, entre varios docentes, la creación de los materiales instructivos de distintos temas o al compartir con los compañeros de otras universidades los materiales creados para la impartición de una asignatura. Una vez que ya se ha impartido una asignatura o algunos temas por primera vez mediante aula invertida, se puede aprovechar gran parte del esfuerzo realizado cuando, en futuros cursos, vuelven

a impartirse esas clases en versión aula invertida y se reutilizan los materiales creados para la primera ocasión.

Otro coste para el profesor es que el aula invertida requiere que el docente desarrolle ciertas habilidades tecnológicas para la comunicación *on line* con sus alumnos. El profesor debe aprender a transmitirles los materiales y recibir sus repuestas usando listas de correo electrónico y cuestionarios *on line*. Los expertos que pretenden enfatizar la urgente necesidad de formación en competencias digitales del profesorado universitario, a veces, exageran mucho el nivel de competencia digital requerido para poner en práctica el aula invertida. Esta exageración de la importancia de los aspectos tecnológicos intimida en ocasiones al profesorado, al transmitir la falsa impresión de que la puesta en práctica del modelo de aula invertida será muy difícil para los profesores digitalmente menos hábiles.

Sin embargo, la realidad es que, para empezar a poner en práctica el aula invertida, el profesor sólo requiere habilidades tecnológicas muy básicas y al alcance de cualquier docente. Basta con saber enviar un correo electrónico a la lista de direcciones de sus alumnos, adjuntar documentos instructivos a estos correos y cortar y pegar hipervínculos a los recursos instructivos (que pueden ser videos, pero también un PowerPoint, PDF o capítulos de libros). Si queremos hacer aula invertida adaptativa sólo será necesario aprender a usar una herramienta de creación de cuestionarios como Google Forms, Microsoft Office 365, Moodle o Blackboard, y finalmente, para poder trabajar de manera más eficiente con las respuestas de los alumnos, conviene saber utilizar de forma básica un programa de trabajo con hojas de datos (Microsoft Excel o Google Spreadsheet).

La conclusión es que, con un nivel de 'alfabetización' digital muy básico (y lo que es más determinante, algo más de voluntad y deseo por mejorar el aprendizaje de los alumnos), se puede poner en práctica con éxito el modelo de aula invertida y, por tanto, no puede utilizarse como excusa la falta de competencia digital para posponer la decisión de empezar a usar este modelo pedagógico tan exitoso. A continuación, vamos a ofrecer recomendaciones dirigidas a profesores con un nivel muy básico de dominio tecnológico (usuarios básicos de correo electrónico y programas de Microsoft Office) sobre cómo poner en práctica el modelo de aula invertida de una manera eficaz que mejore el aprendizaje de los alumnos, sin que suponga para el profesor un esfuerzo excesivo ni un nivel de competencia digital sobrehumana.

Recomendaciones para una puesta en práctica eficaz del aula invertida en entornos de enseñanza expositiva tradicional

La primera recomendación es ‘empieza con un tema o clase de prueba’ que servirá para experimentar y comprobar por uno mismo los beneficios y el coste del cambio desde el método expositivo tradicional al aula invertida. Se recomienda empezar a aplicarlo en un tema que el docente domine bien y en el que investigará cuáles son los conceptos que más les cuesta comprender a sus alumnos.

La segunda es ‘motiva a tus alumnos para que hagan el estudio previo y las tareas de reflexión y preparación antes de la clase y para que participen en ella’. En la presentación de la asignatura hay que mostrar a los alumnos la estrecha relación entre realizar el estudio previo y sacar mejores calificaciones en los exámenes de la asignatura (Fig. 2) [32]. También pueden incorporarse estrategias de gamificación que aporten una motivación extra a los alumnos para que trabajen de una manera continua en nuestra asignatura [20,30,31]. Con esta metodología se fomenta que la mayoría de los alumnos realicen precisamente aquellas acciones que harán que aprendan mejor y que, con el método tradicional, sólo los alumnos más destacados realizan espontáneamente [31].

La tercera es ‘haz que la creación de materiales instructivos sea lo más simple posible’. Para ello, deben aprovecharse los materiales instructivos de los que ya se dispone (presentaciones de PowerPoint, PDF), a los que se puede añadirse algún material en video, disponible en internet, que simplemente se hipervinculará en el mensaje a los alumnos.

La cuarta recomendación es ‘envía los materiales a los alumnos, no esperes a que sean ellos quienes vayan a buscarlos a la plataforma de *e-learning* institucional’. Para ello, enviamos los materiales como archivos adjuntos o *links* incluidos en un correo electrónico que remitiremos a una lista de direcciones que incluya a todos los alumnos con una semana de antelación a la clase inicial del tema (puede solicitarse la lista de correos electrónicos de los alumnos al profesor coordinador de la asignatura) [20]. El correo electrónico ha de contener instrucciones sobre lo que los alumnos deben hacer para prepararse para la clase. Si la asignatura dispone de un sitio en el campus virtual de la universidad (lamentablemente no siempre es así), será todavía más sencillo hacer llegar los materiales instructivos a todos los alumnos matriculados en ella.

Con el fin de hacer reflexionar a los alumnos sobre lo que han comprendido y lo que no tras inte-

Tabla II. Ejemplo de cuestionario de comprobación del estudio preparatorio y de recogida de reacciones y dificultades de comprensión (cuestionario *on line*).

1. Apellidos y nombre (primero los apellidos, para ordenarlos alfabéticamente)
2. Indica cuál te parece la idea más importante o interesante que has aprendido en este tema y justifica el porqué
3. ¿Qué parte del tema te parece más necesario profundizar en clase? ¿Por qué?
4. ¿Qué es lo que te ha quedado menos claro del tema? ¿Por qué?
5. ¿Qué pregunta urgente te gustaría que te respondiéramos el primer día? ¿Por qué?
6. ¿Qué parte no necesitas que te expliquen? ¿Por qué?
7. Resume lo que a tu juicio es lo más importante del tema en menos de 200 palabras
8. Comenta algo acerca de lo que te ha llamado más la atención y lo que has aprendido al ver los videos del tema
9. ¿Cuánto tiempo has tardado en leer las diapositivas intentando entenderlas, ver los videos y contestar a este cuestionario? (indícalo en minutos)
10. En tu opinión, ¿qué se podría mejorar de los materiales instructivos?
11. Escribe tu dirección de correo electrónico por si tenemos que contactar contigo

raccionar con los materiales instructivos, conviene incorporar al correo electrónico un *link* que vincula a un cuestionario de comprobación del estudio. De esta manera, garantizamos que esta interacción con los materiales instructivos se ha producido de modo fructífero [32]. Esto puede hacerse usando la plataforma de *e-learning* institucional de la universidad (Moodle, Blackboard, etc.) o, de una manera todavía más sencilla, mediante Google Forms o la herramienta de cuestionarios de Microsoft Office 365.

Estos cuestionarios de comprobación, además de permitir recompensar a los alumnos esforzados que hagan el estudio previo, proporcionan información para adaptar la clase a sus necesidades (aula invertida adaptativa) y permiten bonificar a los alumnos que hacen las tareas de preparación. La tabla II muestra un ejemplo de cuestionario de comprobación del estudio preparatorio mediante preguntas abiertas y reflexivas. Las respuestas de los alumnos a este cuestionario aportarán información sobre cuál es el mejor uso que deberemos dar al tiempo de clase para así superar las dificultades de aprendizaje de los alumnos.

De modo complementario o alternativo a los cuestionarios de preguntas de respuesta escrita, podemos utilizar preguntas de selección entre múltiples opciones para comprobar la retención de información tras el estudio previo. Esta evaluación formati-

Figura 3. Método *flip in colours* para la clasificación de las dudas de los alumnos en función de la utilidad que se les pueda dar en clase.

Color de la etiqueta	Categoría y posible utilidad
Negro	Dudas que, por su elevado nivel de dificultad, serán mejor respondidas por el propio profesor
Negro (con fondo resaltado)	Dudas que, por su muy elevado nivel de dificultad, el profesor debe indagar para encontrar respuestas satisfactorias o al menos tentativas
Verde	Dudas de menor dificultad que pueden ser respondidas por los compañeros con un mayor nivel de comprensión
Rojo	Dudas cuyo planteamiento implica una confusión conceptual o falsa asunción por parte del alumno que la plantea
Azul	Dudas que pueden originar buenas preguntas de examen porque tienen una dificultad apropiada y están muy bien alineadas con resultados de aprendizaje valiosos y esenciales que deseamos que nuestros alumnos alcancen
Rosa	Dudas a partir de las cuales pueden iniciarse indagaciones e investigaciones bibliográficas por parte de los alumnos
Naranja	Dudas que dan pie a debates interesantes (en fresco o tras el estudio de materiales suplementarios)

Etiqueta con distintos colores las preguntas y dudas urgentes de tus alumnos tras el estudio preparatorio. Podemos marcar con asteriscos de colores en tu ppt (*■*■*■*) para recordarte dónde debes insertar tus reacciones a las dudas de tus alumnos.

va puede hacerse fácilmente con preguntas de opción múltiple, a las que los alumnos responden *on line* antes de la clase (PEPEOLA) [36] o durante ella, utilizando sus móviles y la red inalámbrica del centro (aprendizaje basado en equipos, enseñanza por compañeros). La investigación ha demostrado que el aula invertida produce mejores efectos cuando el estudio preparatorio de los estudiantes se comprueba y evalúa de alguna manera [19], por ejemplo, con cuestionarios reflexivos de preguntas abiertas en la enseñanza a demanda o con preguntas de elección entre múltiples respuestas en los métodos de enseñanza por compañeros, aprendizaje basado en equipos y PEPEOLA.

La quinta recomendación es ‘enfoca tu análisis de las respuestas de los alumnos en las dudas urgentes más prevalentes y en los conceptos que más les cuesta comprender’ [32]. A partir de esta retroinformación sobre las dificultades de sus alumnos, el profesor puede diseñar nuevos materiales y actividades para realizar en clase. Recomendamos en el primer año de prueba concentrar el análisis en la resolución de dudas urgentes y clasificar éstas en función de la posible utilidad pedagógica que podremos darles en clase, según el método *flip in colours* [20,22] (Fig. 3).

La sexta recomendación es ‘aprende a documentar y archivar electrónicamente todos los materiales que vas creando y utilizando, para así poder reutilizarlos en próximos años y ahorrar trabajo en la preparación de materiales instructivos y actividades para las clases’ (correos electrónicos con instruccio-

nes, hipervínculos y materiales adjuntos, entregables para actividades de clase, *quizzes* de evaluación formativa, etc.). La creación de repositorios electrónicos con estos recursos permite que profesores que imparten las mismas asignaturas en distintas universidades pongan en común y compartan los materiales didácticos que han creado para su asignatura [37]. En el Área de Inmunología disponemos del canal Inmunomedia, creado por el profesor Alfredo Corell (Universidad de Valladolid), que contiene videos instructivos de corta duración (inmunopíldoras de la asignatura de ‘Inmunología humana’) y que todos los profesores de inmunología pueden utilizar para que los alumnos reciban las explicaciones básicas fuera del tiempo de clase [38].

La séptima recomendación es ‘estructura tu clase de manera que intercales distintas fases en las que el protagonismo del profesor vaya alternándose con el protagonismo de los alumnos’. Primero debe decidirse qué conceptos es necesario aclarar y qué dudas deben ser respondidas por el profesor o trabajadas por los alumnos por medio de cuestionamiento o discusión de casos o ejemplos. Se pueden intercalar explicaciones de corta duración con preguntas de opción múltiple a las que los alumnos deban contestar y, de esta manera, aflore lo que no comprenden bien, así como las confusiones y los conceptos erróneos más prevalentes [21,39].

La octava es ‘usa de vez en cuando trabajo en parejas y por equipos’ (p. ej., para la fase inicial de la discusión de casos). Poner a discutir a los alumnos en parejas acerca de algo concreto es la manera de conseguir estimular un mayor número de discusiones simultáneas, que además generarán ideas para compartir en la discusión general. Si decidimos usar aprendizaje basado en equipos, deberemos formar grupos con un mayor número de alumnos [23].

La novena recomendación es ‘incorpora a tus clases el uso de versiones gratuitas de aplicaciones para la respuesta de los alumnos en tiempo real’, como Kahoot, Socrative o Mentimeter. Estas herramientas, que sólo requieren que el aula disponga de wifi, estimularán la participación de los alumnos de modo individual o en pequeños grupos. Kahoot es la más popular en niveles educativos escolares, pero limita mucho la extensión en caracteres de las posibles opciones de respuesta, lo que afecta a su utilidad para redactar las respuestas a preguntas de opción múltiple que se emplean en la evaluación de disciplinas sanitarias. Para enseñanzas de nivel universitario son más recomendables las aplicaciones Socrative y Mentimeter. Socrative es muy apropiada para realizar dinámicas de aprendizaje basado en equipos mediante la opción Space Race. Ambas aplicaciones per-

miten recoger respuestas escritas libremente por los alumnos y, en el caso de Mentimeter, incluso construir 'nubes' de palabras con las respuestas de los alumnos. Estas aplicaciones que permiten responder y participar a la audiencia son muy fáciles de utilizar y el docente puede aprender a usarlas visionando tutoriales disponibles en internet. Conviene practicar el uso de estas herramientas antes de emplearlas en directo en la clase con los alumnos.

La décima recomendación es 'haz evaluación formativa, pero diseñala de la manera que sea lo más simple y practicable posible, para así fomentar y asegurar el estudio de los alumnos.' Siempre que sea posible, deberá incorporarse un mecanismo de control de la preparación (cuestionarios de reacción), analizar las respuestas de los alumnos (aunque sólo se disponga de tiempo para estudiar las dudas urgentes) y, a partir de ese análisis, adaptar las clases a sus dudas y necesidades introduciendo *feedback* y cambios en las clases.

Cómo rediseñar clases y asignaturas de ciencias sanitarias para impartirlas según el modelo de aula invertida adaptativa

El primer paso es convertir las clases expositivas en clases interactivas introduciendo momentos en los cuales los alumnos deben participar y asumir un papel protagonista en la actividad de clase. Para ello, deben decidirse cuáles son las ideas esenciales de la clase y cuáles son las más accesorias o secundarias. Debemos enfocarnos en las ideas esenciales y relegar las accesorias a un apéndice o eliminarlas del guion de la clase y de la presentación de PowerPoint que servirá de apoyo. De esta manera, liberamos tiempo de la clase para poder introducir más ejemplos, preguntas y ejercicios para que los alumnos respondan y discutan. Los alumnos deberán practicar en clase precisamente aquello que queremos que aprendan a hacer (interpretar pruebas, razonar clínicamente, discutir y resolver casos, responder correctamente a preguntas de examen, trabajar en equipo como parte del aprendizaje para sesiones clínicas, etc.).

Si el docente decide hacer aula inversa adaptativa, el siguiente paso será enviar los materiales instructivos de cada tema a los alumnos con una semana de antelación a la clase inicial del tema, e instrucciones para que aporten información sobre sus dudas y las dificultades que encuentren. La mejor manera es introducir en el texto del correo electrónico enviado a los alumnos un *link* que dirija a un cuestionario *on line*. El estudio de las dudas urgen-

tes de los alumnos permitirá enfocar todavía más la clase en la resolución de las dudas sobre las ideas más esenciales. A partir de esta información debe decidirse cómo replantear la clase. También conviene aprender a usar una aplicación como Socrative o Mentimeter, para que los alumnos puedan contestar a las preguntas que el docente plantee en clase. Finalmente, para maximizar el impacto de la clase, deben sugerirse a los alumnos lecturas y tareas de continuación para hacer después de clase, y así profundizar y consolidar el aprendizaje.

La manera de poner en práctica este modelo depende del grado de implicación del profesor en la docencia. Los profesores asociados en ciencias de la salud que imparten temas sueltos pueden solicitar al coordinador de su asignatura que les facilite el acceso a la plataforma de *e-learning* institucional o una lista de correos electrónicos de los alumnos matriculados en la asignatura. Con esto, y siguiendo las recomendaciones anteriormente aportadas, podrán enviar materiales instructivos y tareas de preparación a sus alumnos.

Los profesores con la responsabilidad de coordinar asignaturas deben estar dispuestos a experimentar nuevas metodologías docentes, como el aula invertida adaptativa, que puedan mejorar el aprendizaje de sus alumnos. Para mejorar, los coordinadores deben estar dispuestos a asumir riesgos y a empezar a liderar el cambio de metodología docente convirtiéndose en un ejemplo a seguir por los compañeros que colaboran impartiendo otros temas de la asignatura. Para hacerlo, han de empezar a incorporar el modelo de aula inversa a sus clases, y después, facilitar que los profesores asociados en ciencias de la salud que imparten clases en su asignatura vayan incorporando esta metodología a sus clases.

En una fase inicial, el profesor coordinador puede hacer de mediador entre los profesores asociados y los alumnos. Para ello, el coordinador pide a los profesores asociados que le envíen los materiales instructivos con el fin de reenviarlos a los alumnos, junto con el cuestionario de comprobación (Tabla II) e indicaciones para el estudio. Tres días antes de la clase, el coordinador envía las dudas urgentes de los alumnos al profesor asociado, y éste decide cómo adaptar su clase a las necesidades de sus alumnos. Posteriormente, el coordinador puede enseñar a los profesores asociados a acceder a las respuestas de los alumnos y a crear sus propios cuestionarios.

Bibliografía

1. Faust JL, Paulson DR. Active learning in the college classroom. *Journal on Excellence in College Teaching* 1998; 9: 3-24.

2. Prieto A, Díaz D, Santiago R. Metodologías inductivas: el desafío de enseñar mediante el cuestionamiento y los retos. Barcelona: Digital Text; 2014.
3. Bonwell CC, Eison JA. Active learning: creating excitement in the classroom. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports. Washington DC: ERIC Clearinghouse on Higher Education; 1991.
4. Knight J, Wood WB. Teaching more by lecturing less. *Cell Biol Educ* 2005; 4: 298-310.
5. Freeman S, O'Connor E, Parks JW, Cunningham M, Hurley D, Haak D, et al. Prescribed active learning increases performance in introductory biology. *CBE Life Sci Educ* 2007; 6: 132-9.
6. Prince M. Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education* 2004; 93: 223-31.
7. Freeman S, Eddy SL, McDonough M, Smith MK, Okoroafor N, Jordt H, et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2014; 111: 8410-5.
8. Hake R. Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses *Am J Phys* 1998; 66: 64-74.
9. Deslauriers L, Schelew E, Wieman C. Improved learning in a large-enrollment physics class. *Science* 2011; 332: 862-4.
10. Michael J. Where's the evidence that active learning works. *Adv Physiol Educ* 2006; 30: 159-67.
11. Prieto A, Barbarroja J, Cano I, Díaz D, Lara I, Monserrat J, et al. Flipped learning: aplicar el modelo de aprendizaje invertido. Barcelona: Narcea; 2017.
12. Talbert R. Flipped learning: a guide for higher education faculty. Sterling, VA: Stylus; 2017.
13. Cheng, L, Ritzhaupt, AD, Antonenko, P. Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: a meta-analysis. *Educational Technology Research & Development* 2019; 67: 793-824.
14. Chen KS, Monrouxe L, Lu YH, Jenq CC, Chang YJ, Chang YC, et al. Academic outcomes of flipped classroom learning: a meta-analysis. *Med Educ* 2018; 52: 910-24.
15. Flores O, Del Arco I, Silva P. The flipped classroom model at the university: analysis based on professors' and students' assessment in the educational field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 2016; 13: doi: 10.1186/s41239-016-0022-1.
16. Lo CK, Hew KF, Chen G. Toward a set of design principles for mathematics flipped classrooms: a synthesis of research in mathematics education. *Educational Research Review* 2017; 22: 50-73.
17. Van Alten DCD, Phielix C, Janssen J, Kester L. Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: a meta-analysis. *Educational Research Review* 2019; 28: 1-18.
18. Sezer B, Abay E. Looking at the impact of the flipped classroom model in medical education. *Scandinavian Journal of Educational Research* 2019; 63: 853-68.
19. Låg T, Grøm Saele R. Does the flipped classroom improve student learning and satisfaction? A systematic review and meta-analysis. *AERA Open* 2019; 5: 1-17.
20. Prieto A, Díaz D, Lara I, Monserrat J, Sanvicén P, Santiago R, et al. Nuevas combinaciones de aula invertida con *just in time teaching* y análisis de respuestas de los alumnos. *RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 2018; 21: 175-94.
21. Bergmann J, Sams A. Flip your classroom: reach every student in every class every day. Eugene, OR: International Society for Technology in Education; 2012.
22. Prieto A, Díaz D, Monserrat J, Álvarez-Mon M, Sanvicén P, Rinaldi MI. Aula invertida y aprendizaje invertido. In Ocelli M, García-Romano L, Valeiras N, Quintanilla-Gatica M, eds. Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos. Vol. I: fundamentos y reflexiones. Santiago de Chile: Bellaterra; 2018. p. 123-35.
23. Michaelsen LK, Parmelee DX, McMahon KK, Levine RE. Team based learning for health professions education. Sterling, VA: Stylus; 2008.
24. Burgess A, Bleasel J, Haq I, Roberts C, Garsia R, Robertson T, et al. Team-based learning (TBL) in the medical curriculum: better than PBL? *BMC Med Educ* 2017; 17: 243.
25. Crouch CH, Mazur E. Peer instruction: ten years of experience and results. *Am J Phys* 2001; 69: 970-7.
26. Novak G, Gavrin A, Christian W, Patterson E. Just-in-time teaching: blending active learning with web technology. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall; 1999.
27. Baker JE. The classroom flip: using web course management tools to become the guide by side. In Chamber JA, ed. Selected papers from the 11th International Conference on College Teaching and Learning. Jacksonville, FL: Florida Community College; 2000. p. 9-17.
28. Lage MJ, Platt GJ, Treglia M. Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment. *Journal of Economic Education* 2000; 31: 30-43.
29. Association of Flipped Learning Network. Definition of flipped learning. URL: <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>. [12.03.2014].
30. Prieto A, Díaz D, Monserrat J, Reyes E. Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *ReVisión* 2014; 7: 76-92.
31. Prieto A, Díaz D, Monserrat J, Dávila S. Aspectos críticos para aplicar con éxito el flipped classroom a la enseñanza de la inmunología (I): ¿qué se gana aplicando el aula invertida a la enseñanza de la inmunología? *Inmunología* 2017; 36: 36-7.
32. Prieto A, Díaz D, Monserrat J, Oliva R. Aspectos críticos para aplicar con éxito el flipped classroom a la enseñanza de la inmunología (II): buenas prácticas en la aplicación del aula invertida para la enseñanza de la inmunología. *Inmunología* 2017; 36: 29-31.
33. Barjola P, Gómez-Esquer F, González JL, López A, Mercado F, Rivas I. Crédito ECTS: ¿realidad o ficción? *Bordón Revista de Pedagogía* 2011; 63: 75-90.
34. Gómez-Esquer F, Barjola-Valero P, Díaz-Gil G, González-Gutiérrez JL, López-López A, Mercado-Romero F, et al. Cálculo del volumen del trabajo del alumno en las nuevas titulaciones de grado en ciencias de la salud. In Santero-Sánchez R, coord. Evaluación global de los resultados del aprendizaje en las titulaciones dentro del Espacio Europeo de Educación Superior. Madrid: Dykinson; 2011. p. 417-36.
35. Souto-Iglesias A, Baeza-Romero MT. A probabilistic approach to student workload: empirical distributions and ECTS. *Higher Education* 2018; 76: 1007.
36. Robles G, González-Barahona JM, Prieto A. Fomentando la preparación de clase por parte de los alumnos mediante el campus virtual. *Relada* 2010; 4: 240-8.
37. Prieto A, Díaz D, Lara I, Corell A, Sirera R, Fonseca M, et al. Creación de un repositorio interuniversitario de recursos instructivos y tecnológicos para la puesta en práctica de asignaturas de inmunología básica, inmunología clínica e inmunología aplicada basadas en el modelo de aula inversa. URL: <https://www.dropbox.com/sh/nuw3nmni10folhq/AABxsJwpMKsbu1dNcsgEwhNa?dl=0>.
38. Corell A. Colección de píldoras de la asignatura 'Inmunología humana'. URL: https://www.youtube.com/playlist?list=PLSbo9kXA_Lcw1ouBQcafihsvEmW2dng.
39. Prieto A, Díaz D, Lara I, Monserrat J, Oliva R, Barbarroja J. Aspectos críticos para aplicar con éxito el modelo *flipped classroom* a la enseñanza de la inmunología: resultados de cinco años de experiencias en la Universidad de Alcalá. *Teaching and Learning Innovation Journal* 2017; 1: 18-23.