

revista de EDUCACIÓN

Nº 391 ENERO-MARZO 2021



Eficacia del modelo de aula invertida (*flipped classroom*) en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias

Effectiveness of the flipped classroom model in university education: a synthesis of the best evidence

Alfredo Prieto
José Barbarroja
Susana Álvarez
Alfredo Corell



Eficacia del modelo de aula invertida (*flipped classroom*) en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias

Effectiveness of the flipped classroom model in university education: a synthesis of the best evidence

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2021-391-476

Alfredo Prieto

José Barbarroja

Universidad de Alcalá

Susana Álvarez

Alfredo Corell

Universidad de Valladolid

Resumen

Este artículo explora el origen histórico del aula invertida y sintetiza las evidencias que valoran su eficacia para incorporar más aprendizaje activo en la educación superior y crear un entorno educativo centrado en las acciones que realizan los estudiantes. Para ello se ha revisado la literatura sobre el aula invertida y otras metodologías precursoras de la misma prestando especial atención a los impactos del aula invertida sobre la implicación estudiantil y el rendimiento académico. El aula invertida tiene precedentes en metodologías de fomento del estudio previo que se aplican en enseñanza universitaria desde los noventa: el aprendizaje basado en equipos, la instrucción por compañeros y la enseñanza a tiempo en las que el docente envía la información a sus alumnos mediante medios electrónicos. Así hay más tiempo de clase para dedicarlo al aprendizaje activo y la evaluación formativa. El aula invertida se popularizó en educación secundaria con el uso de vídeos para transmitir la información a los alumnos. La literatura muestra efectos positivos del aula invertida sobre el proceso educativo. Aumenta la motivación y la implicación de los alumnos en

las actividades fuera y dentro de clase. Mejora la comprensión y la retención de las materias enseñadas que se traducen en una mejora del rendimiento y una reducción en la tasa de fracaso. Mejora el ejercicio y el desarrollo de competencias y finalmente aumenta la satisfacción de los alumnos y profesores que la ponen en práctica. Estos efectos positivos se han confirmado en múltiples disciplinas y ámbitos geográficos. El aula invertida crea oportunidades para que los alumnos interactúen antes y de manera más sostenida con los materiales instructivos, mejorando su preparación para aplicar lo comprendido en las actividades de clase. Los alumnos con mayor nivel de realización de tareas preparatorias son los que obtienen superiores rendimientos en el aula invertida.

Palabras clave: aula invertida; rendimiento académico; aprendizaje activo; implicación estudiantil; aprendizaje basado en equipos; instrucción por compañeros; enseñanza a tiempo, desarrollo de habilidades y competencias, percepciones estudiantiles; efecto a largo plazo

Abstract

This manuscript explores the historic origin of the flipped classroom and synthesizes the literature on the flipped classroom effectiveness in higher education to incorporate more active learning and create an educational environment focused on the actions performed by the students. To achieve this goal literature on flipped classroom and related methodologies was reviewed focusing our attention on the impacts of this pedagogical model on student involvement and academic performance. The flipped classroom has precedents in methodologies that promote student preparation before classes. These methodologies have been applied in university teaching since the nineties: team-based learning, peer instruction and just in time teaching in which the teacher sends the information to his students outside the classroom through electronic means. By this way you have more class time to dedicate to active learning and formative assessment. The flipped classroom became popular in secondary education with the use of videos to transmit the information to learn to the students. The literature shows positive effects of the flipped classroom on multiple elements of the educational process. It increases the motivation and involvement of students in study activities outside and inside class. It improves the comprehension and retention of the subjects taught that translate into an improvement in performance and a reduction in the failure rate. It improves the exercise and the development of competences and finally increases the satisfaction of the students and teachers who put it into practice. These positive effects have been confirmed in multiple disciplines and geographic areas. The flipped classroom creates opportunities for students to interact earlier and more sustainably with instructional materials, thereby improving their readiness to apply what they have understood in class activities. The students with the highest level of completion of preparatory tasks are those who obtain higher performance in the inverted classroom.

Key words: flipped classroom; academic performance; active learning; student engagement; team based learning; peer instruction; just in time teaching; skill and competence development; student perceptions; long term effect

Introducción

En los currículos universitarios actuales, predomina el uso de la metodología expositiva tradicional pese a los avances pedagógicos y tecnológicos (Galway *et al.*, 2014). La mayor parte del tiempo de clase se dedica a explicar aquella información en cuyo recuerdo y comprensión se enfocarán las pruebas de evaluación (Moravec, 2010). Estos currículos además son aburridos para los alumnos universitarios actuales, les motivan escasamente a asistir, no les implican en un aprendizaje autorregulado y no fomentan eficazmente el ejercicio de sus habilidades y competencias (Mohr, 2017). Esto no ayuda a nuestros alumnos a desarrollar las competencias que necesitarán como personas y como profesionales (Arum y Roksa, 2014, Medina, 2016).

Los estudios demuestran que una parte importante de los estudiantes universitarios no aprenden a razonar críticamente, a comunicarse profesionalmente, ni desarrollan las habilidades de razonamiento complejo que deberían constituir el núcleo de la educación superior (Arum y Roska, 2010, Bok 2017). Los estudiantes universitarios frecuentemente se gradúan sin las habilidades que los empleadores demandan en razonamiento crítico y escritura profesional (Arum y Roksa, 2014). En la educación universitaria actual el rol de los alumnos suele ser predominantemente pasivo y por ello, no favorece el ejercicio y desarrollo de las competencias esenciales requeridas en el entorno laboral (Murillo-Zamorano, López-Sánchez y Godoy-Caballero, 2019).

Para lograr que la clase sea una experiencia de aprendizaje atractiva para los estudiantes universitarios de hoy, debemos repensar cómo y en qué se emplea el tiempo de clase para que esta permita proporcionarles tareas que conecten con sus intereses y les sirvan para ejercitar aquellas competencias que aumentarán su empleabilidad al acercar lo que aprenden en clase a lo que es requerido en sus futuros roles profesionales (Lai, Hsiao y Hsieh, 2018). Por ello, las propuestas de

reforma curricular y metodológica de la enseñanza universitaria señalan la necesidad de repensar el modelo tradicional de asignaturas basadas en clases expositivas en las que sólo se transmite la información a aprender (McLaughlin *et al.*, 2014; Bok, 2017).

Para ejercitar estas competencias debemos idear actividades en las que nuestros alumnos apliquen la información de nuestra disciplina a la resolución de problemas relevantes (Prieto, 2014a). Este objetivo puede lograrse generando una dinámica de indagación y estudio fuera de clase, pues a los alumnos actuales les gusta buscar información en la red y aplicarla a la resolución de problemas (Mohr, 2017). La realización de estas tareas fuera del tiempo de clase logra que la interacción de los alumnos con los materiales sea más continua durante todo el cuatrimestre (Prieto, Díaz, Monserrat y Barbarroja, 2020b) y se traduce en un aumento del volumen real de trabajo no presencial de nuestros estudiantes, que es actualmente muy inferior al volumen de trabajo nominal legalmente establecido en los créditos ECTS (Souto-Iglesias y Baeza-Romero, 2018).

La propuesta alternativa que ha mostrado un mayor potencial en la última década para incorporar más aprendizaje activo en las aulas y así transformar las clases universitarias es el modelo de aula invertida (Prober y Heath, 2012). Una buena prueba de ello son las citaciones en Google Scholar sobre flipped classroom que han pasado de 187 en el año 2009 a 11.000 en el año 2019. Durante la última década el volumen de publicaciones sobre flipped classroom suma más de 52.000 citaciones y justifica la necesidad de un estudio de síntesis bibliográfica como el que aquí se ofrece sobre los orígenes y efectos de esta metodología.

Este modelo se basa en una pedagogía de aprendizaje semipresencial activo, que se apoya en la preparación previa no presencial de los alumnos para las clases interactivas. En el aula invertida, el docente primero envía la información a los alumnos para que intenten estudiarla y comprenderla por sí mismos. Los alumnos estudian individualmente para estar preparados para participar en las actividades de clase. Finalmente, el tiempo de clase se dedica a profundizar en su comprensión y a construir sobre lo ya aprendido, incorporando ejercicios de aprendizaje activo y en equipo. De esta forma, se crean entornos de aprendizaje centrados en el protagonismo del alumno (Prieto y Giménez, 2020a) como el aprendizaje basado en la indagación, el aprendizaje basado en estudio de casos, resolución de problemas (Chiang, 2017), proyectos (Liu, Wu, Zhang y Guo, 2017) y evaluación formativa (Crouch y Mazur, 2001; Michaelsen,

Parmelee, McMahon y Levine 2008; Costa, 2016). El aula invertida puede contribuir a la incorporación de más aprendizaje activo pues al transmitir la información a aprender vía *online* libera tiempo de clase que ya no tiene que ser dedicado a la explicación y al hacerlo facilita la introducción de más actividades en el tiempo de clase. Este modelo invierte lo que tradicionalmente se hace en el aula (transmitir la información a aprender) y lo que se hace fuera del aula (realizar ejercicios).

El aula invertida combina y aúna dos elementos esenciales para poner en práctica un nuevo paradigma de educación universitaria en el siglo XXI. Por un lado, aporta un uso innovador de las tecnologías de la información para establecer comunicación *online* bidireccional con los alumnos y, por otro, aporta una nueva propuesta metodológica que requiere una nueva dinámica de trabajo de los estudiantes dentro y fuera de clase (Sola, Aznar, Romero Rodríguez-García, 2019). El modelo de aula invertida está centrado en la actividad y en el protagonismo del estudiante (McLaughlin *et al.* 2014), que es responsable de seguir las indicaciones del profesor para llegar a la clase con una comprensión básica del material que le permitirá implicarse y participar en las actividades (Prieto *et al.*, 2017).

En esta síntesis de mejores evidencias, revisamos la justificación pedagógica, el origen y la evolución del aula invertida desde finales del siglo pasado a la actualidad. Esta síntesis crítica de las evidencias sobre los efectos de la implementación del aula invertida en la implicación y el rendimiento académico de los alumnos que participan en ella aportará al lector evidencias para motivar el cambio en su metodología docente, desde la docencia expositiva tradicional al modelo de aula invertida.

Métodos

Nuestro objetivo era realizar una síntesis de conocimientos sobre los métodos precursores del aula invertida desarrollados en la última década del siglo pasado y reunir información sobre los impactos de la puesta en práctica del aula invertida en la educación superior produce sobre la motivación y la implicación de los alumnos, su nivel de logro académico, desarrollo de competencias y habilidades y sobre sus percepciones sobre su experiencia de aprendizaje. En primer lugar, se realizaron múltiples búsquedas en Google Scholar de documentos que incluyesen palabras clave que sirven para denominar distintas variantes del aula invertida

(Flipped classroom, inverted classroom, flipped learning, classroom flip, reverse instruction) y sus métodos precursores en inglés (peer instruction, team based learning, just in time teaching).

Con el fin de profundizar en la cronología con que fue publicada la bibliografía sobre distintos términos utilizados para nombrar las metodologías de aula invertida se realizaron búsquedas acotadas por años con los términos anteriormente mencionados cuyos resultados numéricos son mostradas en las figuras 1 y 2. También se realizaron búsquedas con términos en español sobre: aula invertida, aprendizaje invertido, enseñanza por compañeros, aprendizaje basado en equipos y enseñanza a tiempo. Se seleccionaron tanto artículos originales de investigación como revisiones, Tesis, libros y metaanálisis. Se analizaron además las referencias bibliográficas de los documentos seleccionados con el fin de encontrar otros estudios de potencial utilidad para la revisión Dichos artículos fueron localizados a través de Google Scholar y PubMed. Para proceder a la selección se revisaron los abstracts y los artículos completos con el fin de decidir si la información que contenían era relevante para nuestra investigación. La etapa final se enfocó en la extracción de datos relevantes y su organización temática para hacer una síntesis de los resultados obtenidos.

Para medir el impacto del aula invertida sobre el rendimiento académico o la motivación se utiliza el tamaño de efecto (TE). El TE es el número resultante de dividir el cambio observado entre el valor medio obtenido con aula invertida con respecto al valor medio obtenido con metodología tradicional dividido por el valor de la desviación estándar (s) obtenida con la metodología tradicional.

Resultados

La evidencia científica ha demostrado que la introducción de más aprendizaje activo en las aulas universitarias mejora el rendimiento académico de los estudiantes (*Freeman et al., 2014*). Sin embargo, pese a los excelentes resultados del aprendizaje activo, la mayoría de los profesores ha ignorado la evidencia científica y la incorporación del aprendizaje activo no se ha generalizado como pauta principal en la educación superior. El problema es que incorporar el aprendizaje activo implica dedicar parte del limitado tiempo de clase a la aplicación y la

reflexión, y necesariamente, ese tiempo habría que restarlo del que tradicionalmente se dedica a la transmisión oral de información a los alumnos, y eso, es algo a lo que la mayoría de los profesores no están dispuestos a renunciar (Prieto et al, 2020a). Incorporar más aprendizaje activo también requiere un esfuerzo extra por parte del profesor y decisión para afrontar la posible resistencia de aquellos alumnos que se sienten más cómodos en el método tradicional de enseñanza expositiva.

Por estas razones, la clase expositiva protagonizada por el monólogo del profesor ha seguido siendo la estrategia más utilizada en las aulas universitarias durante las dos primeras décadas del siglo XXI. En este contexto de insalvable dificultad para la introducción de más aprendizaje activo en las aulas, el aula invertida extrae fuera del aula la transmisión inicial de la información, dejando mucho tiempo disponible en el aula para que los alumnos (ya preparados para la clase) ejerciten los niveles de razonamiento de orden superior en actividades propuestas, dinamizadas y supervisadas por el profesor (Moravec, 2010). El aula invertida logra, pues, fomentar y potenciar estas actividades que dan protagonismo al alumno, tanto dentro, como fuera del aula, y que contribuyen a que el aprendizaje sea significativo e impactante (Rahman, 2014).

Desarrollo histórico de las metodologías de aula invertida

El hecho importante sobre el aula invertida que es más desconocido en la literatura (incluso para algunos pioneros del aula invertida) es que este es un modelo que no aparece de pronto, sino que tiene hondas raíces históricas y precedentes metodológicos en el siglo pasado (Prieto, Díaz y Santiago, 2014a; Medina, 2016; Prieto *et al.*, 2017,). El aula invertida, como combinación de comunicación por medios electrónicos de la información a aprender y preparación del alumno e introducción de más actividades en clase, tiene varios precedentes en diversas metodologías innovadoras que aparecieron en las últimas décadas del siglo XX (Prieto *et al.*, 2018a).

Entre estos precedentes podemos destacar las metodologías de fomento y comprobación del estudio previo que combinan la enseñanza presencial con la comunicación de información a los alumnos por medios electrónicos, por lo que entran dentro de la categoría de la enseñanza semipresencial o *blended learning* (Prieto et al, 2020a). Estas

metodologías incluyen la enseñanza a demanda (*Just in time teaching*, JITT), la Instrucción por compañeros (*Peer instruction*, PI) y el aprendizaje basado en equipos (*Team-based learning*, TBL) y han tenido un grado de extensión e implantación considerable mucho antes de la popularización del término *flipped classroom* en la segunda década de este siglo (Prieto *et al.*, 2018a). En estas metodologías, los profesores pedían a sus alumnos que estudiaran antes de las clases, transfiriéndoles información en forma de documentos impresos o electrónicos. También les aportaban indicaciones de guía en su encuentro con la nueva información y motivos para hacerlo, como el anuncio de actividades formativas en clase (PI y TBL) y la realización de tareas de preparación previa (cuestionarios de autoevaluación reflexiva en el JITT).

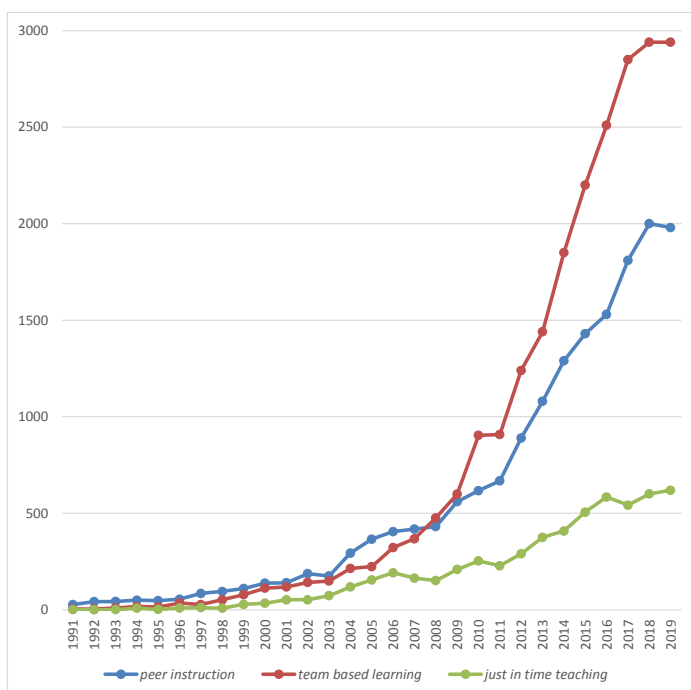
Gracias al estudio previo, en la clase presencial podían introducirse actividades de aprendizaje activo, evaluación formativa, discusión entre compañeros y suministro de retroinformación a los alumnos. Estas metodologías de fomento del estudio previo a la clase prefiguran a las que años después incorporaron el *podcast*, el *slidecast* o el vídeo como formas de comunicación en línea y empezaron a denominarse aula invertida (Moravec, 2010; Bergmann y Sams, 2012).

Cada una de estas metodologías, tras inducir el estudio preparatorio, aprovechaba la clase para la realización de distintos tipos de actividades. En la instrucción por compañeros, el tiempo de clase se dedica a intercalar la respuesta de preguntas conceptuales (que hacen aflorar los errores conceptuales de los alumnos) con la discusión, en parejas primero y plenaria después (Crouch *et al.*, 2001). En la enseñanza a demanda, el profesor pide retroinformación a los alumnos sobre las dudas que quedan por resolver tras haber estudiado los materiales instructivos y, a partir de los problemas detectados, replantea sus actividades de clase y proporciona retroinformación, ejemplos y actividades adecuados para la resolución de las dificultades detectadas (Novak, 1999). En el aprendizaje basado en equipos, se anima a los alumnos a realizar el estudio preparatorio programando un examen breve de evaluación formativa al inicio de cada tema para, a continuación, resolver problemas y estudios de casos en equipos de alumnos (Michaelsen, Knight y Fink 2002; Michaelsen *et al.*, 2008).

Las tres metodologías se extendieron en la década de los noventa, pero no se popularizaron excesivamente como prueba su moderado impacto en la literatura, que tardó casi una década en llegar cuando

los desarrollos en las tecnologías de la información y la comunicación permitieron facilitar la comunicación con los alumnos y el seguimiento electrónico de sus actividades en clase y fuera de ella. Durante la década de los noventa y primeros años del siglo XXI, el PI fue la metodología más citada en la literatura, gracias a su combinación con la tecnología entonces de moda: los *clickers* (Bruff, 2009), pero esta situación se invirtió posteriormente cuando la popularidad del TBL superó ampliamente a la del PI (Figura 1). Durante la última década, el TBL ha sido la metodología de fomento del estudio previo más citada en la literatura y, en algunos campos líderes en innovación educativa, como el de la medicina supera en popularidad y eficacia a metodologías innovadoras muy establecidas desde hace décadas, como el PBL (Burgess, 2017).

FIGURA 1. Número de citas anuales en *Google Scholar* en el periodo 1991-2019 para los términos relacionados con las metodologías de fomento del estudio previo que son reconocidas como precursoras del *flipped classroom*: *peer instruction*, *team-based learning* y *just in time teaching*.



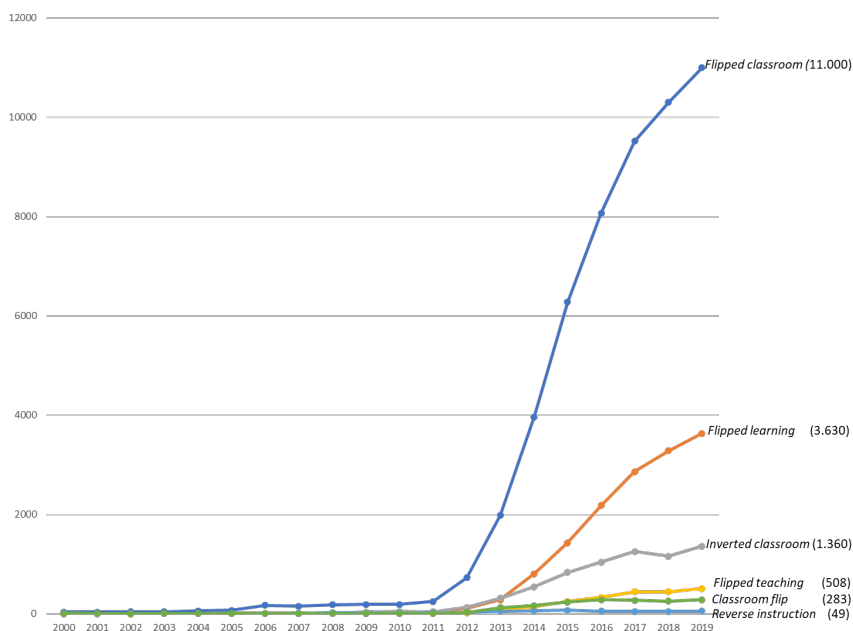
Las primeras alusiones al *classroom flip* y al *inverted classroom* referidas a métodos *blended* que combinan la clase presencial con elementos virtuales datan de la década de los noventa. En 1995, J Wesley Baker se dio cuenta de que dedicar las clases a recitar información que ya estaba en las diapositivas para que sus alumnos la copiasen era un desperdicio del tiempo y pidió a sus alumnos que accediesen a los materiales *online* antes de clase. Decidió utilizar el tiempo de clase a trabajar en equipos a partir de las tareas preparatorias hechas por los alumnos. Baker empezó a referirse a esto como *classroom flip* y así lo denominó en una conferencia que impartió en el año 2000 (Baker, 2015; Talbert, 2017). Lage, Platt y Treglia (2000) desarrollaron una metodología similar, en la que pedían a los alumnos que leyesen documentos y visionasen vídeos en VHS y la denominaron *inverted classroom*. Más tarde, Strayer (2007) publicó una tesis doctoral sobre los efectos del *classroom flip* en el entorno de aprendizaje. En la memoria de esta tesis utiliza tres veces el término *flipped classroom*, convirtiéndose en el primer autor que utilizó con el significado actual esta etiqueta que, con el tiempo, se convertiría en la forma más ampliamente utilizada para denominar el aula invertida.

En 2007 Aaron Sams y Jonathan Bergmann, profesores de educación secundaria, empezaron a grabar *vodcasts*, *screencasts* y vídeos *online* para proporcionar a sus alumnos instrucción directa fuera del aula y denominaron a su método *reverse instruction*. Demetry (2010) combinó con éxito el *classroom flip* con el TBL. Con el auspicio de la fundación Gates, Khan creó la Khan Academy un repositorio online de vídeos instructivos para complementar la realización de problemas y actividades en el aula (Sparks, 2011).

Otros autores reimpulsaron el JITT y lo aplicaron en educación universitaria (Moravec *et al.*, 2010; Prieto *et al.* 2014b); algunos incluso lo rebautizaron (Moravec *et al.*, 2010) y lo denominaron LBL (*learning before lecture*). Esta denominación se refería a lo que podríamos definir realmente como un JITT, en el que los materiales instructivos eran *powerpoints* con narraciones de audio.

La popularidad del aula invertida y de sus diversas variantes en las enseñanzas universitarias ha aumentado enormemente en los últimos nueve años y también el número de trabajos publicados sobre esta metodología (Figura 2). Con el extraordinario éxito de la etiqueta *flipped classroom* se había generado un proceso de creación de nuevas variantes y marcas dentro del mismo *flipped classroom* que se mantiene hasta la actualidad.

FIGURA 2. Número de citas anuales en Google Scholar en el periodo 2000- 2019 para los términos relacionados con el aula invertida: *flipped classroom*, *flipped learning*, *inverted classroom*, *flipped teaching*, *classroom flip* y *reverse instruction*.



En 2012, se produjo la explosión de popularidad del término *flipped classroom* (Bergmann y Sams, 2012, Tucker, 2012). El tirón del *flipped classroom* era tal que los autores que ya usaban el JITT, el PI o el TBL, redenominaron estas metodologías para aprovechar el impulso del nuevo método de moda. Los autores que utilizaban el JITT lo combinaron con los vídeos y los denominaron *flipped classroom with JITT* (FC/JITT) (Prieto *et al.*, 2014b; Prieto *et al.*, 2017; Prieto *et al.*, 2018b; Toriz, 2019). Los autores que promovían el *peer instruction* también se percataron del tirón del *flipped classroom* y empezaron a llamarlo *flipping classroom with PI* para así asociar su propio método al que estaba en la cresta de la ola (Schell y Mazur, 2015). Otros autores incluso llegaron más allá al combinar el *flipped classroom* o aula invertida con la evaluación formativa

al modo del *team-based learning* y el *peer instruction* (Costa, 2016). Finalmente, otros autores influenciados por el *classroom flip* y la *inverted classroom* desarrollaron el *flipped teaching* y sus derivados (Wong *et al.*, 2014).

Al principio de esta década, un grupo de pioneros en el *flipped classroom* y líderes de la autodenominada red de aprendizaje invertido promovieron el término *flipped learning* (aprendizaje invertido), como el resultado ideal de la evolución del *flipped classroom* y desarrollaron una declaración sobre las características que debía tener el *flipped classroom* de calidad para que se le pudiese denominar *flipped learning* (Association of Flipped Learning Network, 2014). Pese a los esfuerzos de los promotores del término *flipped learning* como ideal del *flipped classroom* de alta gama, el término que sigue siendo el más utilizado en las publicaciones académicas en la actualidad es el de *flipped classroom* o aula invertida (Prieto *et al.*, 2019), y, por ello, es el que hemos utilizado en este artículo, dejando de lado términos menos empleados como: *reverse instruction*, *classroom flip*, *flipped teaching*, *inverted classroom* o *flipped learning* (Figura 2).

La literatura sobre el impacto del aula invertida en educación universitaria

Existe una amplia literatura sobre los efectos del aula invertida sobre múltiples elementos del proceso educativo, como son la motivación de los alumnos, su implicación en el proceso de aprendizaje, que se materializa en la superación de retos iniciales sencillos, su participación en las actividades de preparación y de clase. Los efectos del aula invertida sobre todos estos elementos del proceso se traducen en el logro de un aprendizaje más significativo con una mejor comprensión y retención de lo aprendido (Prieto *et al.*, 2014a). También hay trabajos centrados en cómo el aula invertida altera el nivel de logro o de rendimiento académico que alcanzan los alumnos y algunas de sus concreciones, como son el aprendizaje de los contenidos de las asignaturas y el desarrollo de competencias (Estriegana, Medina y Plata, 2018; Låg, Sæle, 2019; Cheng *et al.*, 2019; Zheng *et al.*, 2020). Un tercer grupo de trabajos se enfocan principalmente a estimar el nivel de satisfacción con el que es percibido el cambio metodológico por los alumnos y profesores que participan en

él (Dafonte-Gómez, García-Crespo, Ramahi-García, 2018; del Arco, Flores y Silva, 2019; Murillo-Zamorano *et al.*, 2019; Awidi y Paynter, 2019).

En relación con los tipos de enseñanzas universitarias en las que se ha puesto en práctica este modelo, abundan los trabajos realizados sobre el impacto del aula invertida en las ciencias sanitarias, las ingenierías, ciencias tecnológicas y de la computación, las ciencias, las ciencias sociales y las matemáticas. Desde el punto de vista del origen geográfico de los estudios, predominan los trabajos en Estados Unidos y otros países occidentales y también en países orientales que han adoptado el modelo de cultura y economía occidental, tales como Corea del Sur, Taiwan y Singapur, aunque dado el nivel de extensión de estas metodologías se encuentran trabajos publicados de todo el mundo (Zheng et al., 2020).

Efectos del aula invertida sobre la motivación y la implicación de los alumnos en actividades de aprendizaje en clase y fuera de ella

El efecto del aula invertida sobre el aprendizaje se basa en su capacidad para estimular a los alumnos a hacer cosas para aprender e implicarse más en su propio aprendizaje. Por tanto, los efectos beneficiosos del aula invertida serán dependientes de sus efectos sobre la motivación de los estudiantes y su nivel de implicación para trabajar en clase y fuera de ella (Gilboy, Heinerichs y Pazzaglia, 2015). Con el fin de mejorar la implicación de los alumnos con las actividades de clase y con el estudio fuera de ella, el aula invertida pretende facilitar y fomentar el estudio preparatorio, el protagonismo estudiantil en el aula y el diálogo presencial y en línea entre alumnos y profesores. En el aula invertida se fomenta y se comprueba el estudio preparatorio de modo que el tiempo de contacto cara a cara puede enfocarse en la resolución de las dificultades y dudas que se han hecho evidentes durante el estudio preparatorio. En el caso del aula invertida adaptativa las dudas y dificultades de los alumnos son transmitidas vía *online* al profesor. Este *feedback* le permite escoger actividades y problemas para que los alumnos practiquen con los contenidos en las clases y desarrollen una comprensión más profunda, en un entorno en el que reciben *feedback* de sus compañeros y su profesor.

El nivel de implicación estudiantil puede estimarse midiendo sus manifestaciones emocionales, como por ejemplo, el interés por los temas tratados, pero especialmente midiendo sus manifestaciones

conductuales: la asistencia a clase, el porcentaje de cumplimentación de tareas preparatorias (Jovanovic, 2019; Wang, 2019, Prieto et al., 2020b), el tiempo dedicado a estas tareas (Prieto et al., 2020b), así como la participación en discusiones y *quizzes* y cuestionarios de evaluación formativa (Prieto et al., 2020b). Las actividades en clase (resolución de problemas) motivan el estudio preparatorio (Wang, 2019); otros autores usan la evaluación formativa (Michaelson, *et al.* 2008, Crouch et al., 2001) y la gamificación (Prieto et al., 2014) con pequeñas recompensas a cambio de la realización de tareas preparatorias, que contribuyen a lograr que más alumnos hagan el estudio preparatorio con regularidad.

La evidencia demuestra que la implicación estudiantil en las actividades realizadas dentro y fuera de clase mejora en el aula invertida (Murillo-Zamorano *et al.*, 2019). Los estudios muestran de manera casi unánime el efecto positivo del modelo de aula invertida sobre la implicación de los alumnos en los contextos educativos en los que se incorpora el aula invertida y el meta-metaanálisis más completo demuestra un aumento en el nivel de motivación de un tamaño de efecto (TE) de 0,661 s sobre la motivación de los alumnos por aprender (Zheng *et al.*, 2020), siendo s la desviación estándar del nivel de motivación en la población estudiantil en ausencia de la implementación del aula invertida. El aumento de 0,661 s equivale a un aumento en percentil del 24%.

Efectos del aula invertida sobre el rendimiento o el nivel de logro académico

En cuanto al impacto de la puesta en práctica del aula invertida sobre el rendimiento académico en educación superior, las revisiones sistemáticas han mostrado el predominio casi total de los trabajos que encontraban efectos positivos del aula invertida sobre el rendimiento académico y la satisfacción estudiantil (O'Flaherty y Philips, 2015; Hinojo-Lucena, Aznar, Romero y Marín, 2019). El primer metaanálisis sobre el impacto del aula invertida revisó 15 estudios sobre el aula invertida y encontró un efecto positivo sobre el rendimiento de los estudiantes (Rahman, 2014). Los metaanálisis posteriores encontraron que ese TE sobre el rendimiento académico era positivo, moderado y significativo (Hew y Lo, 2018; Gillette, 2018; Van Alten *et al.*, 2019; Låg et al., 2019; Cheng, Ritzhaupt y Antonenko, 2019).

El metaanálisis más reciente sobre el efecto del aula invertida sobre el logro o rendimiento académico concluye que la implantación del aula invertida tiene un tamaño de efecto positivo sobre el rendimiento académico en todos los niveles educativos estudiados incluyendo los universitarios (Zheng *et al.*, 2020). Este metaanálisis incluye 78 estudios en educación superior y encuentra que en este nivel el TE de la implementación del aula invertida es de 0,646 s . Esta diferencia significa que el alumno mediana (percentil 50) de una clase impartida mediante aula invertida obtendrá el mismo resultado de aprendizaje que el alumno del percentil 74 de la misma clase enseñada mediante metodología tradicional.

Algunos de estos metaanálisis sobre el impacto del aula invertida analizan los factores moderadores de ese TE y han demostrado que el tamaño de la clase influye en el TE logrado. Así, clases de menor tamaño logran TE mayores que los observados en clases de mayor tamaño. El área geográfica también tiene un efecto moderador sobre el TE (Zheng *et al.*, 2020), que es mayor en África y Asia, intermedio en Europa y menor en Estados Unidos. Esta diferencia es atribuible a que la puesta en práctica del aula invertida tendrá efectos aún mayores donde menor sea el grado de optimización del modelo tradicional.

En relación con los dominios disciplinares de las asignaturas, Zheng *et al.* (2020) no encontraron diferencias entre los distintos dominios estudiados. Esto demuestra que el aula invertida tiene una eficacia similar en los distintos dominios analizados (ciencias, ingenierías y ciencias tecnológicas, ciencias de la salud y ciencias sociales). Sin embargo, otro metaanálisis encontró que pese a que el TE del aula invertida era significativo en general, los TE fueron significativamente moderados en función del dominio disciplinar en la que el aula invertida era aplicada y fueron máximos en las artes y humanidades (Cheng, 2019).

En cuanto al uso de herramientas tecnológicas, el metaanálisis de Zheng *et al.* (2020) demostró que la incorporación de foros de discusión *online* y juegos *online* tuvo mayor TE que el uso de plataformas de aprendizaje *online*. Otros metaanálisis que incorporan análisis de factores moderadores muestran que la realización de *quizzes online* aumenta el TE sobre el rendimiento académico (Hew *et al.*, 2018; Van Alten *et al.*, 2019). En relación con el impacto sobre distintos tipos de aprendizaje, diversos trabajos reportan que el aula invertida se asocia a una mejora en la adquisición de conocimientos (Love, Hodge Grandgenett y Swift,

2014) y otros trabajos ponen de manifiesto una mejoría en el desarrollo de habilidades y competencias (Elmaadaway, 2017; Zainuddin y Perera, 2017).

Flipped classroom y desarrollo de competencias y habilidades en los alumnos

El efecto del empleo del aula invertida sobre el desarrollo de la competencia para gestionar tareas y actividades *online* fue estudiado por Zainuddin y Perera (2017), que encontraron que los alumnos en este entorno de aprendizaje invertido desarrollaban estas competencias en mayor grado con respecto a los alumnos del grupo control que no aprendieron en el entorno invertido. Estos mismos autores demuestran en otro trabajo (2018) que el uso de una plataforma de gestión del aprendizaje que proporciona acceso continuo a variedad de materiales digitales, permite un gran grado de interactividad entre los participantes y facilita la implementación del aula inversa y del aprendizaje autodirigido. Para estos autores, el aula invertida es una estrategia que ayuda a que los alumnos se centren y se impliquen en la mejora de sus habilidades lingüísticas (Zainuddin y Perera, 2018). También el metaanálisis en 11 estudios de enfermería de Hu (2018) mostró que las puntuaciones obtenidas en habilidades fueron significativamente más altas en los grupos que fueron enseñados mediante aula invertida que en los grupos control que habían sido enseñados mediante clases tradicionales.

El trabajo de Estriegana et al, (2018) trató de analizar el desarrollo de competencias en el entorno del aula invertida y demostró que este entorno juega un papel clave en la adquisición y el desarrollo de competencias sistémicas, personales y cooperativas. Sus hallazgos también sugieren que la adquisición de habilidades y competencias, pese a ser considerada un asunto principal en el marco de calificaciones de educación superior, no coincide exactamente con los resultados académicos medidos durante el proceso de evaluación. Adicionalmente, el trabajo de Murillo-Zamorano et al. (2019) proporciona evidencias empíricas sobre las relaciones causales entre el conocimiento, las habilidades, la implicación y la satisfacción estudiantil. Este estudio confirma que el aula invertida tiene efectos positivos sobre la implicación de los alumnos, lo que se traduce en una mejora en la adquisición de conocimientos y habilidades.

Percepciones de los alumnos sobre el cambio metodológico desde la metodología tradicional al aula invertida

Hay otros trabajos que han centrado su investigación en el efecto del aula invertida sobre la satisfacción de los alumnos con su experiencia de aprendizaje (Dafonte-Gómez *et al.*, 2018; Del Arco, 2019). El nivel de satisfacción estudiantil puede estimarse a partir de la evaluación por los alumnos de la docencia del profesor o de la comparación entre el nivel de satisfacción obtenido con el aula inversa y aquel obtenido usualmente en otras asignaturas que usan un modelo tradicional (Awidi y Paynter, 2019; Murillo-Zamorano *et al.*, 2019).

El trabajo de McNally *et al.* (2016) diferencia entre alumnos que son *flip endorsers* (que aprueban, apoyan y respaldan el cambio al aula invertida) y *flip resisters* (que se resisten al nuevo modelo). Los primeros tienen actitudes positivas hacia la realización de actividades de la asignatura tanto en clase como de preparación para ella, se implican en las actividades y obtienen los mejores resultados académicos. Es esencial que el profesor que quiere poner en práctica el modelo de aula invertida planifique una estrategia para convencer a los alumnos que se resisten a participar en clase para que cambien su actitud y sus hábitos de estudio. Debemos motivarles para que se preparen, aportándoles motivos que les animen al estudio preparatorio y a la participación en clase. El uso de estrategias de narrativa y gamificación nos ayudará a convencer a más alumnos de la necesidad de cambiar sus hábitos de estudio para tener éxito en el entorno educativo del aula invertida (Prieto *et al.*, 2014b). Adicionalmente, es importante cuantificar y controlar el volumen de la carga de trabajo de los estudiantes y proporcionar actividades de clase significativas (Al-Zhrani, 2015; Prieto *et al.*, 2020b).

Diferentes modelos para el aula invertida y sus efectos

En el modelo tradicional de aula inversa en educación secundaria, el foco está en el reordenamiento y el desplazamiento de las actividades realizadas en el aula y fuera de ella (exposición fuera del aula y realización de tareas dentro del aula). Pero hay otros aspectos que pueden optimizarse para mejorar todavía más los resultados de aprendizaje que

se logran mediante la puesta en práctica del aula invertida. Por ejemplo, se han comparado distintas estrategias para producir el aprendizaje preparatorio de los contenidos antes de clase, como son los tutoriales interactivos, las vídeoclases y la lectura de textos, y el resultado fue una pequeña ventaja para las vídeoclases con respecto a las otras alternativas estudiadas (Jensen, Holt, Sowards, Ogden y West, 2018).

Los métodos de fomento del estudio previo en enseñanza universitaria de los años 90 (TBL, PI y JITT) ya proponían métodos para mejorar el aprendizaje como, por ejemplo, la evaluación formativa y trabajo en equipos formales (TBL) e informales (PI) y responder a cuestionarios y realizar ejercicio de preparación (JITT). Veinte años después, tal y como se ha explicado previamente, algunos autores rebautizaron el JITT (Moravec, 2010) como *learning before lecture*. La idea redescubierta que ya había sido establecida por Novak era que las respuestas y actividades de los alumnos podían ser utilizadas para rediseñar las actividades y materiales de clase basándose en lo que los alumnos no habían entendido o entienden de manera errónea.

A partir de las respuestas de los alumnos a los cuestionarios, los profesores pueden proporcionar *feedback* a los alumnos, ya sea en clase u *online* de manera colectiva, creando la posibilidad de hacer que el aula invertida sea una estrategia adaptativa (aula invertida adaptativa) que a partir de los informes de los alumnos adapte los materiales instructivos y las actividades de clase a los intereses y necesidades que los alumnos comunican al profesor (Prieto et al., 2020b). Las respuestas de los alumnos también proporcionan información acerca de los elementos del material didáctico previamente proporcionado por el instructor que necesita ser mejorado, explicado o ilustrado de otra manera para ser comprendido mejor (Contreras *et al.*, 2017; Murillo-Zamorano *et al.*, 2019). Esta estrategia de *feedback* en las dos direcciones combina el trabajo del profesor y el de sus estudiantes e intensifica el efecto del aula invertida proporcionando cohesión a las actividades que se realizan dentro y fuera de clase (Murillo-Zamorano et al, 2019). Gracias a esta estrategia se establece un diálogo bidireccional que fomenta el compromiso mutuo y el establecimiento de una comunidad de aprendizaje en la que el profesor actúa como un entrenador de sus pupilos.

Más autores han avanzado en esta idea de mejorar los resultados del aula invertida incluyendo tareas adicionales tanto dentro como fuera de clase. Fuera de clase se ha propuesto evaluación formativa (Robles,

2010), responder cuestionarios reflexivos (Prieto, 2014; Pocaro, 2016). Dentro de clase se han incorporado resolución de problemas (Chiang, 2017) o proyectos (Liu, Wu, Zhang y Guo, 2017) en equipos, con el fin de mejorar la implicación de los alumnos y lograr que las actividades de clase logren aprendizajes más significativos y permitan desarrollar habilidades y competencias.

Estudios sobre el impacto del aula invertida en los diferentes dominios disciplinares

Para evaluar el impacto de la metodología de aula invertida en distintos dominios de conocimiento se han realizado investigaciones originales y metaanálisis centrados en disciplinas concretas dentro de la educación superior. A continuación, resumimos las aportaciones de los trabajos más destacados sobre el impacto del aula invertida en el aprendizaje en contextos disciplinares concretos.

En las ciencias sanitarias, el metaanálisis de Hew et al. (2018) demostró un TE positivo y significativo en el rendimiento de aprendizaje a favor del aula invertida con respecto a la metodología tradicional. Además, este metaanálisis puso de manifiesto que el aula invertida aumentaba su eficacia cuando se usaban *quizzes* de evaluación formativa al inicio de cada clase. Los alumnos también mostraron su preferencia por la clase invertida con respecto a la clase tradicional. Similares resultados fueron obtenidos por el metaanálisis de Chen (2018). Sezer y Abay (2019) realizaron un estudio con diseño cuasiexperimental con grupo de control, pretest y postest, y demostraron que los estudiantes de medicina de primer curso que fueron enseñados mediante aula invertida obtuvieron un nivel de logro académico significativamente mayor que el de los grupos control. Los estudiantes también tenían percepciones positivas sobre el método de la clase invertida. El metaanálisis en 11 estudios de enfermería de Hu (2018) mostró que las puntuaciones obtenidas en conocimientos teóricos y habilidades fueron significativamente más altas en los grupos que fueron enseñados mediante aula invertida que en los grupos control que habían sido enseñados mediante clases tradicionales.

En las ingenierías y las disciplinas tecnológicas, la revisión de Kerr (2015) demostró que casi todos los estudios sobre aula invertida en ingeniería obtenían una elevada satisfacción de los estudiantes participantes con

el nuevo entorno de aprendizaje y una mejora en su rendimiento. En disciplinas de ciencias, el metaanálisis de Chen (2018) demostró que el aula invertida se asociaba con un nivel de logro académico mayor que la enseñanza con clases expositivas. En las matemáticas, el metaanálisis de Lo, Hew y Chen (2017) determinó un efecto positivo y significativo del aula invertida cuyo valor estimado era de 0,298 s. En lenguas, así como en artes y humanidades, también se ha utilizado el aula invertida, especialmente en la enseñanza de segundas lenguas y los resultados han sido positivos, mejorando la motivación y los conocimientos idiomáticos de los alumnos que participan en experiencias de aula invertida (Hsieha, 2016). En ciencias sociales, el reciente estudio de Oliván (2019) demostró que el aula invertida fue más eficaz en la obtención de mejores resultados académicos que la enseñanza basada en clases expositivas.

Efecto a largo plazo del aula invertida: estudios longitudinales

En la literatura escasean los estudios longitudinales que sigan el efecto del aula invertida durante una serie de promociones sucesivas de la misma asignatura para determinar su impacto a largo plazo. El estudio longitudinal recientemente publicado por Prieto et al. (2020b) muestra que en cuatro asignaturas en las que el aula invertida ha sido aplicada en al menos cuatro promociones consecutivas, los TE sobre las calificaciones en las pruebas de evaluación del aprendizaje son menores en los primeros años de implementación (TE= 0,3s), pero aumentan durante el segundo y tercer año para luego estabilizarse alrededor de 1 s sobre los valores de partida. Este estudio ha demostrado que el impacto del aula invertida no es inmediato, sino que, a lo largo de distintas promociones, es proporcional a la modificación de los hábitos de estudio preparatorio y, por ello, el TE va aumentando al ir mejorando los hábitos de estudio preparatorio en mayor número de alumnos (proceso que puede durar de varios años). Finalmente, este estudio también demostró que el TE sobre la calificación media en las pruebas de evaluación del aprendizaje correlaciona directamente con el porcentaje de tareas preparatorias realizadas por los alumnos; también observa repetidamente en distintas asignaturas que, aunque este porcentaje de cumplimentación de tareas empiece siendo más modesto en los primeros intentos, mejora progresivamente en años sucesivos.

Conclusiones

Hasta la fecha existía una pobre comprensión de las raíces metodológicas del aula invertida y este artículo ha conectado las metodologías de aula invertida desarrolladas en el siglo XXI con las metodologías precursoras que se originaron en educación universitaria a finales del siglo anterior. La revisión de la literatura sobre estas metodologías precursoras del aula invertida (*peer instruction, team based learning y just in time teaching*) demuestra como estas metodologías que se desarrollaron al final del siglo pasado se se utilizaron ampliamente en la primera década de este siglo, años antes de que el aula invertida se popularizará en 2012. En los últimos años el aula invertida ha ido aumentando su popularidad hasta convertirse en una alternativa ampliamente utilizada en todo el mundo por más profesores universitarios cada día.

En la segunda parte de este artículo, la revisión de la literatura sobre los impactos del aula invertida nos permite concluir que el uso de esta metodología tiene múltiples impactos positivos: aumenta la implicación de los alumnos, mejora su nivel de logro académico, permite la incorporación de más aprendizaje activo y con ello favorece el ejercicio de competencias y habilidades en los alumnos. También ha sido demostrado que el aula invertida mejora las percepciones de los alumnos sobre su experiencia de aprendizaje. En suma, el aula invertida crea oportunidades para que los alumnos interactúen antes y de manera más sostenida con los materiales instructivos, con lo que mejora su preparación para aplicar lo comprendido en las actividades de clase y así mejorar su rendimiento académico.

Bibliografía

- Al-Zhrani, A.M. (2015). From passive to active: The impact of the flipped classroom through social learning platforms on higher education students' creative thinking. *British Journal of Educational Technology*, 46(6),1133-48.
- Arum, R., Roska, J. (2010). *Academically Adrift: Limited Learning on College Campuses*. Chicago, Ill: University of Chicago Press.

- Arum R., Roksa, J. (2014). *Aspiring adults adrift: tentative transitions of college graduates*. Chicago, Ill University of Chicago Press.
- Association of Flipped Learning Network. (2014). Definition of flipped learning. Disponible en <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>
- Awidi, I.T., Paynter, M. (2019). The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. *Computers & Education.*, 128,269-283.
- Baker, J.E. (2000). The classroom flip: using web course management tools to become the guide by side. En Chambers, JA. *Selected papers from the 11th International Conference on College Teaching and Learning* (pp. 9-17) Jacksonville: FL.
- Bergmann J., Sams, A. (2012). *Flip your Classroom: Reach every student in every class every day* International Society for Technology in Education.
- Bok D. (2017). *The struggle to reform our colleges*. Princeton New Jersey Princeton University press
- Bruff D. (2009). *Teaching with Classroom Response Systems: Creating Active Learning Environments*. Jossey-Bass San Francisco
- Burgess, A., Bleasel, J., Haq, I., Roberts, C., Garsia, R., Robertson, T., Mellis, C. (2017). Team-based learning (TBL) in the medical curriculum: better than PBL? Burgess et al. *BMC Medical Education* 17:243 DOI 10.1186/s12909-017-1068-z
- Chen, K.S., Monrouxe, L., Lu, Y.H., Jenq, C.C., Chang, Y.J., Chang, Y.C., et al. (2018). Academic outcomes of flipped classroom learning: A meta-analysis. *Medical Education.*; 52(9), 910-924.
- Cheng, L., Ritzhaupt, A.D., Antonenko, P. (2019). Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology Research & Development.* 67:793–824 <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9633-7>
- Chiang, T.H. (2017). Analysis of learning behavior in a flipped programming classroom adopting problem solving strategies *Interactive learning environments*, 25(2) pp.189-202
- Chua, K.J., Islam, M.R., (2020). The hybrid Project-Based Learning–Flipped Classroom: A design project module redesigned to foster learning and engagement *International Journal of Mechanical Engineering Education* March DOI: 10.1177/0306419019838335

- Contreras, J.A., Arias, J., Melo, M.G., Martín-Espada, R. (2017). Uso del modelo educativo de aprendizaje inverso para mejorar materiales educativos universitarios RISTI 23, 17-31
- Costa, M.J. (2016). Flipped, team based peer instruction: uma metodologia híbrida aplicável a turmas com 100 ou mais alunos CNaPPES 2016, 241-246 241 Congresso Nacional de Práticas Pedagógicas no Ensino Superior 14 e 15 de Julho de 2016, Universidade de Lisboa
- Crouch, C.H., Mazur, E. (2001). Peer instruction: ten years of experience and results. *Am. J. Phys.* 69:970-977.
- Dafonte-Gómez, A. García-Crespo, O. Ramahí-García, D. (2018). Flipped learning y competencia digital: diseño tecno pedagógico y percepción del alumnado universitario. *Index.comunicación*, 8(2),275-294.
- Del Arco Bravo, I., Flores Alarcia, Ò., y Silva, P. (2019). El desarrollo del modelo flipped classroom en la universidad: impacto de su implementación desde la voz del estudiantado. *Revista de Investigación Educativa*, 37 (2), 451-469. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.37.2.327831>
- Demetry, C. (2010). Work in progress- An innovation merging classroom flip and team based learning. In 40th IEEE Frontiers in Education Conferencie (FIE)
- Elmaadaway, MAN. (2017). The effects of a flipped classroom approach on class engagement and skill performance in a Blackboard course: Effects of the flipped classroom approach. *British Journal of Educational Technology* 49(3) DOI: 10.1111/bjet.12553
- Estriegana, R., Medina, J.A., Plata, R. (2018) Analysis of competence acquisition in a flipped classroom approach *Computer Applications in Engineering Education* 27(1) DOI: 10.1002/cae.22056
- Flores, Ò., del-Arco, I., Silva, P. (2016). 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* 13: doi: 10.1186/s41239-016-0022-1.
- Freeman, S., Eddy S.L, McDonough, M , Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth M.P. (2014). Active learning increases student performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 111(23): 8410-5.
- Galway, L., Corbett, K.K., Takaro, T.K., Tairyan K y Frank E. (2014). A novel integration of online and flipped classroom instructional models in public health higher education. *BMC Medical Education* 14:181.

- Gilboy, M.B., Heinerichs, S., Pazzaglia, G. (2015). Enhancing Student Engagement using the flipped classroom *Journal of nutrition Education and behavior* 47 (1) 109-114 <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2014.08.008>
- Gillette, C., Rudolph, M., Kimble, C., Rockich-Winston, N., Smith, L. y Broedel-Zaugg, K. (2018). A meta-analysis of outcomes comparing flipped classroom and lecture. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 82(5), 433-440. <https://doi.org/10.5688/ajpe6898>
- Hew, K.F., Lo, C.K. (2018). Flipped classroom improves student learning in health professions education: a meta-analysis. *BMC Med Educ* 18, 38 <https://doi.org/10.1186/s12909-018-1144-z>
- Hinojo-Lucena, F. J., Aznar Díaz, I., Romero Rodríguez, J. M., Marín Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1), 9-18.
- Hsieh, J.S.C., Wu W.-C.V., Marek, M.W. (2016) Using the flipped classroom to enhance EFL learning *Computer Assisted Language Learning*, <http://dx.doi.org/10.1080/09588221.2015.1111910>
- Hu, R., Gao, H., Ye, Y., Ni, Z., Jiang, N., Jiang, X. Effectiveness of flipped classrooms in Chinese baccalaureate nursing education: A metanalysis of random controlled trials *International Journal of Nursing Studies*. 2018; 79: 94-103.
- Hu. X., Zhang, H. Song Y., Wu C., Zhang Q., Chen, W. (2018). Implementation of flipped classroom combined with problem based learning: an approach to promote learning about hyperthyroidism in the endocrinology internship. *BMC Medical Education* 2019 19: 290
- Hurtbuse, L., Hall, E., Sheridan, L. Han , L. (2015). The flipped classroom in Medical Education: engaging students to build competency. *Journal of Medical Education and Curricular Development*; 2: 35-43
- Jensen, J.L., Holt, E.A., Sowards, J.B. Odgen, T.H., West R.E.. (2018). Investigating Strategies for Pre-Class Content Learning in a Flipped Classroom. *J Sci Educ Technol* 27, 523-535 <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9740-6>
- Kerr, B. (2015). The flipped classroom in engineering education: A survey of the research *Proceedings of 2015 International Conference on interactive collaborative Learning (ICL)* p815 Florence Italy
- Låg, T., Sæle, R.G. (2019) Does the Flipped Classroom Improve Student Learning and Satisfaction? A Systematic Review and Meta-Analysis. *AERA Open*. 5(3): 1-17

- Lage, M.J., Platt, G.J., Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*. 31(1): 30-43
- Lai, H., Hsiao, Y.L., Hsieh P.J. (2018). The role of motivation ability, and opportunity in university teacher' continuance use intention for flipped teaching. *Computers & Education*, 124 37-50.
- Liu, X., Wu, Z., Zhang, L., Guo, X. (2017). Practice of project-centric flipped classroom learning in microcomputer interfacing technology course 5th International conference on modern education DOI:10.12783/dtssehs/icom2017/19352
- Lo, C.K., Hew, K.F., Chen, G. (2017) Toward a set of design principles for mathematics flipped classrooms: a synthesis of research in mathematics education. *Educational Research Review*; 22: 50-73.
- Love, B., Hodge, A., Grandgenett, N., y Swift, A.W. (2014). Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45:3, 317-324, DOI: 10.1080/0020739X.2013.8225822014
- McLaughlin, J.E., Roth, M.T., Glatt, D.M., Gharkholonarehe, N., Davidson, C.A., Griffin, L.M., Esserman, D.A., Mumper, R.J. The Flipped Classroom: A Course Redesign to Foster Learning and Engagement in a Health Professions School. *Academic Medicine*, 2014 Vol. 89, No. 2
- Medina, J.L. (2016). La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida Octaedro Barcelona.
- Mellefont, L., Fei, J. (2016) Student Perceptions of 'Flipped' Microbiology Laboratory Classes *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(1), 24-35, 2016.
- Mennella, T. (2016). Comparing the efficacy of flipped vs. alternative active learning in a college genetics course. *The American Biology Teacher*, 78(6), 471-479.
- Michaelsen, L.K., Knight, A., Fink, L.D. (2002) *Team-based learning: a transformative use of small groups* Praeger Publishers, Westport CT
- Michaelsen, L.K., Parmelee, D.X., McMahon, K.K., Levine, R.E. (2008). *Team based learning for health professions education*. Stylus Publishing Sterling Virginia
- Mohr, K. A. J., y Mohr, E.S. (2017). Understanding Generation Z Students to Promote a Contemporary Learning Environment. *Journal on Empowering Teaching Excellence*: Vol. 1 : Iss. 1, Article 9. DOI: <https://doi.org/10.15142/T3M05T>

- Moravec, M. Williams, A. Aguilar-Roca, N. y O'Dowd. D.K. (2010). Learn before lecture: a strategy that improves learning outcomes in a large introductory biology class. *CBE-Life Sciences Education*, 9,4,473-481.
- Murillo-Zamorano LR, López-Sánchez JA, Godoy-Caballero AL. (2019). How the flipped classroom affects knowledge, skills and engagement in higher education: effects on students' satisfaction *Computers & Education*, 141 , doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103608>
- Novak, G., Gavrín, A., Christian, W., y Patterson, E. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Upper Saddle River. NJ: Prentice-Hall.
- O'Flaherty J., Philips C. (2015) The use of flipped classrooms in higher education: a scoping review *Internet and Higher Education* 25 85-95
- Oliván, B., Masluk, B., Gascon, S., Fueyo, R., Aguilar-Latorre, A., Artola, I., Magallón, R. (2019). The use of flipped classroom as an active learning approach improves academic performance in social work: A randomized trial in a university. *PLoS One*. 14(4):e0214623. doi: 10.1371/journal.pone.0214623. eCollection 2019.
- Park, K.H., Park, K.H., Chae, S.J. (2018). Experiences of medical teachers in flipped learning for medical students: a phenomenological study *Korean Journal of Medical Education*, 30:91-100
- Porcaro, P., Jackson, D., McLaughlin, P. y O'Malley, C. (2016). Curriculum design of a flipped classroom to enhance haematology learning, *Journal of Science Education and Technology*, pp. 1-13. <http://doi.org/10.1007/s10956-015-9599-8>
- Prieto, A., Díaz, D., Santiago, R. (2014a). *Metodologías Inductivas: El desafío de enseñar mediante el cuestionamiento y los retos*. Barcelona, Digital Text
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., Reyes, E., et al. (2014b). Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *ReVisión*, 7 (2): 76-92
- Prieto, A., Barbarroja, J., Cano, I., Díaz, D., Lara, I., Monserrat, J., Sanvicen, P., Vélez, J. (2017). *Flipped learning: aplicar el modelo de aprendizaje invertido* Ed Narcea (Colección Universitaria)
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., Alvarez-Mon, M., Sanvicén, P., Rinaldi, M.I. (2018a). Aula invertida y aprendizaje invertido. En: *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como herramientas Mediadoras de los Procesos Educativos*. Volumen I: Fundamentos y Reflexiones.

- Eds. Ocelli, M., García-Romano, L., Valeiras, N., Quintanilla Gatica, M., Santiago de Chile Ed, Bellaterra Ltda., pp.123-135
- Prieto, A., Díaz, D., Lara, I., Monserrat, J., Sanvicen P., Santiago, R., Corell, A., Alvarez-Mon M., (2018b) Nuevas combinaciones de aula invertida con just in time teaching y análisis de respuestas de los alumnos. RIED Revista Iberoamericana Educación a Distancia.; 21(1): 175-194
- Prieto, A., Barbarroja, E. Lara-Aguilera I, Díaz-Martín D, Pérez-Gómez A, Monstserrat J, Corell-Almuzara, A., Álvarez de Mon, M., . (2019). Aula invertida en enseñanzas sanitarias recomendaciones para su puesta en práctica FEM. Revista de la Fundación Educación Médica, ISSN 2014-9832, Vol. 22, Nº. 6, págs. 253-262
- Prieto, A. y Giménez, X. (2020a). La enseñanza universitaria basada en la actividad del estudiante: evidencias de su validez. En Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica Porlan. R., de Alba Fernández N. Madrid. Ed Morata
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., Barbarroja, J., (2020b). La medición del impacto de las innovaciones metodológicas sobre los resultados de la docencia universitaria RIECS 2020 (en prensa)
- Prince, M. (2004). Does active learning work? J. Engr. Education, 93 (3): 223-31.
- Prober, ChG., Heath, Ch. (2012). Lecture halls without lectures A proposal for medical education N Engl J Med, 366:18 1657-1659
- Rahman, A.A., Aris, B., Mohamed, H., Zaid, N.M. (2014).The Influences of Flipped Classroom: A Meta Analysis 2014 IEEE 6th International Conference on Engineering Education
- Robles, G.; González- Barahona, J.M. y Prieto A. (2010). Fomentando la preparación de clase por parte de los alumnos mediante el Campus Virtual Relada, 4 (3), 240-248. <http://polired.upm.es/index.php/relada/article/viewFile/117/113>
- Schell, J., Mazur, E. (2015) Flipping the Chemistry Classroom with Peer Instruction In Chemistry Education: best practices, opportunities and trends. García-Martinez J. y Serrano-Torregrosa, E. Eds Wiley-VCHGmbH& Co Weinheim Germany Pp 319-343
- Sezer, B., Abay, E. (2019). Looking at the Impact of the Flipped Classroom Model in Medical Education. Scandinavian Journal of Educational Research, 63 (6): 853-868
- Sola, T., Aznar, I., Romero, J.M. Rodríguez-García, A.M. (2019). Eficacia del método flipped classroom en la Universidad: Meta-Análisis de

- la Producción Científica de Impacto REICE 17(1)25-38 <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.1.002>
- Souto-Iglesias, A., Baeza-Romero, M.T. (2018). A probabilistic approach to student workload: empirical distributions and ECTS. *High Educ.*; 76: 1007.
- Sparks, SD. (2011). Schools “Flip” for lesson model promoted by Khan Academy. *Educ week*,31, 12-14.
- Strayer, J.F. (2007). Effects of the classroom flip on the learning environment: a comparison of learning activity in a traditional classroom and a flip classroom that used an intelligent tutoring system. Doctoral Dissertation, Ohio State University, Columbus, Ohio,
- Talbert, R. (2017). *Flipped Learning: a guide for higher education faculty*. Stylus. Sterling Virginia.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education Next: Vol.12. N° 1* <https://www.educationnext.org/the-flipped-classroom/>. Accessed 28 May 2020.
- Toriz, E. (2019). Learning based on flipped classroom with just-in-time teaching, Unity3D, gamification and educational spaces. *Int J Interact Des Manuf*, 13, 1159–1173 <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00560-z>
- van Alten DCD, Phielix C, Janssen J, Kester L. (2019). Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28:1-18
- Wang FS (2019). On the relationships between behaviours and achievement in technology-mediated flipped class rooms: A two phase online behavioral PLS-SEM model *Computers & Education* , 142:103653
- Wong, T.H., Ip, E.J., Lopes, I., Rajagopalan, V. (2014). Pharmacy Students’ Performance and Perceptions in a Flipped Teaching Pilot on Cardiac Arrhythmias *American Journal of Pharmaceutical Education* 78 (10) 185; DOI: <https://doi.org/10.5688/ajpe7810185>
- Zanuidin, Z., Perera, C.J. (2017). Exploring students’ competence, autonomy and relatedness in the flipped classroom pedagogical model. *Journal of further and Higher Education* <http://dx.doi.org/10.1080/0309877X.2017.1356916>
- Zanuidin, Z., Perera, C.J. (2018). Supporting students’ self-directed learning in the flipped classroom through the LMS TES BlendSpace.

On the Horizon, Vol. 26 Issue: 4, pp.281-290, <https://doi.org/10.1108/OTH-04-2017-0016>

Zheng, L., Bhagat, K.K., Zhen, Y., Zhang, X. (2020). The Effectiveness of the Flipped Classroom on Students' Learning Achievement and Learning Motivation: A Meta-Analysis. *Educational Technology & Society* 23(1):1-15

Información de contacto: Alfredo Prieto Martín. Universidad de Alcalá, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Departamento de medicina y Especialidades Médicas. E-mail: Alfredo@uah.es

Effectiveness of the flipped classroom model in university education: a synthesis of the best evidence

Eficacia del modelo de aula invertida (*flipped classroom*) en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2021-391-476

Alfredo Prieto

José Barbarroja

Universidad de Alcalá

Susana Álvarez

Alfredo Corell

Universidad de Valladolid

Abstract

This paper explores the historical origin of the flipped classroom (FC) model and synthesizes the literature on the FC effectiveness in incorporating more active learning and creating a student-centred educational environment in Higher Education (HE). To this end, the literature on the FC and other pioneering methodologies has been reviewed, paying special attention to the impacts of the FC on student involvement and academic performance. The FC model is based on different methodological approaches –applied in university teaching since the 1990s– that encourage student preparation before classes: team-based learning, peer instruction and just-in-time teaching, where the teacher sends the information to his or her students through electronic means. This allows more class time to be devoted to active learning and formative assessment. The FC model became popular in secondary education with the use of videos to convey information to students. Recent research shows positive effects of the flipped classroom on multiple elements of the educational process. First, FC increases the motivation and involvement of students in activities outside and

inside the classroom. Second, it improves overall comprehension and retention of the subjects taught, which results in an improvement in performance and a reduction in the failure rate. Third, it improves the development of competences and skills, and finally it increases the satisfaction of the students and teachers who put it into practice. These positive effects have been confirmed in many disciplines and geographical areas.

In addition, the flipped classroom model creates opportunities for students to interact earlier and more sustainably with instructional materials, improving their readiness to apply their understanding to classroom activities. Thus, students with a higher level of completion of preparatory tasks are those who obtain higher performance in the FC.

Key words: flipped classroom (FC); academic performance; active learning; student engagement; team-based learning; peer instruction; just-in-time teaching; skill and competence development; student perceptions; long-term effect.

Resumen

Este artículo explora el origen histórico del aula invertida y sintetiza las evidencias que valoran su eficacia para incorporar más aprendizaje activo en la educación superior y crear un entorno educativo centrado en las acciones que realizan los estudiantes. Para ello se ha revisado la literatura sobre el aula invertida y otras metodologías precursoras de la misma prestando especial atención a los impactos del aula invertida sobre la implicación estudiantil y el rendimiento académico. El aula invertida tiene precedentes en metodologías de fomento del estudio previo que se aplican en enseñanza universitaria desde los noventa: el aprendizaje basado en equipos, la instrucción por compañeros y la enseñanza a tiempo en las que el docente envía la información a sus alumnos mediante medios electrónicos. Así hay más tiempo de clase para dedicarlo al aprendizaje activo y la evaluación formativa. El aula invertida se popularizó en educación secundaria con el uso de vídeos para transmitir la información a los alumnos. La literatura muestra efectos positivos del aula invertida sobre el proceso educativo. Aumenta la motivación y la implicación de los alumnos en las actividades fuera y dentro de clase. Mejora la comprensión y la retención de las materias enseñadas que se traducen en una mejora del rendimiento y una reducción en la tasa de fracaso. Mejora el ejercicio y el desarrollo de competencias y finalmente aumenta la satisfacción de los alumnos y profesores que la ponen en práctica. Estos efectos positivos se han confirmado en múltiples disciplinas y ámbitos geográficos. El aula invertida crea oportunidades para que los alumnos interactúen antes y de manera más sostenida con los materiales instructivos, mejorando su preparación para aplicar lo comprendido en las actividades de clase. Los alumnos con mayor nivel de realización de tareas preparatorias son los que obtienen superiores rendimientos en el aula invertida.

Palabras clave: aula invertida; rendimiento académico; aprendizaje activo; implicación estudiantil; aprendizaje basado en equipos; instrucción por compañeros; enseñanza a tiempo, desarrollo de habilidades y competencias, percepciones estudiantiles; efecto a largo plazo

Introduction

In spite of pedagogical and technological advances, the use of traditional expository methodology predominates in current university curricula (Galway et al., 2014). Most of the class time is devoted to explaining the information on which assessment tests will focus (Moravec et al., 2010). Furthermore, curricula are boring for current university students and barely motivate them to attend. They do not involve students in self-regulated learning and do not effectively promote the development of their skills and competences (Mohr et al., 2017). In other words, traditional methodology and current university curricula do not help our students to develop the competences they will need as individuals and as professionals (Arum and Roksa, 2014, Medina, 2016).

Several studies show that a significant proportion of university students do not learn to reason critically, communicate professionally, or develop the complex reasoning skills that should be at the core of HE (Arum and Roska, 2010, Bok, 2017). University students often graduate without the critical thinking and professional writing skills that employers demand (Arum and Roksa, 2014). In current university education, the role of students is often predominantly passive and, therefore, does not encourage practice and development of the essential skills required in the labor market (Murillo-Zamorano, López-Sánchez and Godoy-Caballero, 2019).

In order to make a class an attractive learning experience for today's university students, we should rethink how and where class time is spent; we should provide students with in-class tasks that connect with their interests and help them to practice those skills that will increase their employability by bringing what they learn in class closer to what is required in their future professional roles and profiles (Lai, Hsiao and Hsieh, 2018). Therefore, the proposals for curricular and methodological

reform in HE highlight the need to rethink traditional models of lecture-based courses and subjects in which teachers typically present the information to be learned (McLaughlin et al., 2014; Bok, 2017) .

To practice these competences and skills, teachers should propose activities in which students could apply the information learned to create solutions to relevant problems (Prieto, Díaz y Santiago, 2014a). This objective can be achieved by fostering out-of-class inquiry-based learning models, as current students are accustomed to searching for information on the Internet and applying it to problem solving (Mohr et al., 2017). If tasks are carried out outside the classroom, the students' interaction with the materials is more continuous throughout the term (Prieto, Díaz, Monserrat and Barbarroja, 2020b). This results in an increased volume of students' out-of-class work, which is currently much lower than the workload legally established in the ECTS credits (Souto-Iglesias and Baeza-Romero, 2018).

In the last decade, the methodological approach that has shown the greatest potential for incorporating more active learning in the university classrooms is the flipped classroom model (Prober and Heath, 2012). The increasing interest in this methodological approach is reflected in the significant growth of the citations about FC in Google Scholar, which have increased from 187 in 2009 to 11,000 in 2019. Over the last decade, the volume of publications about FC has totaled more than 52,000, justifying the need of a study of bibliographical synthesis such as the one offered in this paper on the origins and effects of this methodology.

The flipped classroom model is underpinned on an active blended-learning pedagogy, which fosters the out-of-class preparation of students for interactive classes. In the FC, the teacher first sends the learning materials to students so they can try to study and understand them for themselves. Then, students study individually to be prepared to participate in class activities. Finally, class time is devoted to deepening students' understanding and to assimilating knowledge through active and team-based learning activities, and problem-solving. Thus, learner-centred learning environments are created (Prieto and Giménez, 2020a) such as inquiry-based learning, case-study learning, problem-solving (Chiang, 2017), projects (Liu, Wu, Zhang and Guo, 2017) and formative assessment (Crouch and Mazur, 2001; Michaelsen, Parmelee, McMahon and Levine 2008; Costa, 2016). The flipped classroom may promote a more active approach to learning; transmitting the information to be

learned online, the in-class time is no longer devoted to explaining concepts to students but to incorporating active learning and problem-solving activities in class. This model inverts what is traditionally done in the classroom –transmitting the information to be learned– and what is done outside of class –practicing activities.

The flipped classroom model combines two essential elements necessary to implement a new paradigm in the 21st century university education. On the one hand, it provides an innovative use of ICTs to establish two-way online communication with students. On the other, it fosters a new methodological proposal that requires a change in the way students work in and out of the classroom (Sola, Aznar, Romero and Rodríguez-García, 2019). The FC model is centered on the student (McLaughlin et al., 2014), who is responsible for following the teacher's directions to attend classes with a basic understanding of the learning materials. This will allow him/her to become involved and participate in the in-class activities (Prieto et al., 2017).

In this synthesis of the best evidence, the pedagogical justification, the origin and the evolution of the flipped classroom model from the end of the last century to the present are reviewed. This critical synthesis of the evidence on the effects of the FC implementation on the students' involvement and academic performance will provide teachers with evidence to motivate a change in their teaching methodologies, from traditional expository teaching to the flipped classroom model.

Methods

The objective of this paper was twofold: first, to conduct a knowledge synthesis on the pioneering methods underpinning the flipped classroom method developed in the last decade of the last century; second, to gather information on the impacts that the implementation of the FC in Higher Education may have on students' motivation and involvement, academic performance, development of competencies and skills and on their perceptions of their learning experience. To this end, multiple Google Scholar searches were carried out on documents that included keywords used to name different variants of the flipped classroom method (flipped classroom, inverted classroom, flipped learning, classroom flip, reverse

instruction) and its pioneering methods in English (peer instruction, team-based learning, just-in-time teaching).

In order to carry out a more exhaustive chronological analysis of the bibliographical references found, searches –with the above-mentioned keywords– limited by year were run. Numerical results are shown in Figures 1 and 2. Searches with the Spanish terms “aula invertida”, “aprendizaje invertido”, “enseñanza por compañeros”, “aprendizaje basado en equipos” y “enseñanza a tiempo” were also conducted. Not only original research paper were selected, but also reviews, PhD theses, books and meta-analyses. Bibliographical references of the selected papers were also analyzed to find other studies potentially useful for our review. These papers were located through Google Scholar and PubMed. To select them, abstracts and full articles were reviewed to decide whether the information they contained was relevant to our research. Finally, our research focused on the extraction and thematic organization of relevant data to make a synthesis of the results obtained.

To measure the impact of the flipped classroom on academic performance or motivation, the effect size (ES) is used. The ES represents the number resulting from dividing the observed change by the average value obtained with flipped classroom with respect to the average value obtained with traditional methodology divided by the value of the standard deviation (s) obtained with traditional methodology.

Results

Scientific evidence has shown that introducing more active learning into university classrooms improves students’ academic performance (Freeman et al., 2014). However, despite the excellent academic results of active learning, most university teachers have ignored scientific evidence and have not incorporated active learning into their regular methodological practice. Incorporating active learning implies dedicating part of the limited class time to application, reflection and debate; this time should necessarily be subtracted from the time traditionally devoted to the oral transmission of information to students, and this is something that most teachers are not willing to give up (Prieto et al., 2020a). Incorporating more active learning also requires an extra effort on the part of the teacher

and determination to confront the possible resistance of those students who feel more comfortable with the traditional expository method.

For these reasons, the expository method, in which teachers provide information to students in class, has continued to be the most used strategy in university classrooms during the first two decades of the 21st century. In this context, the FC model turns the classroom lessons into interactive learning environments, taking the initial transmission of information outside the classroom and dedicating class time to help students – already prepared for the class– to practice higher-order thinking skills such as problem-solving, discussion or debates proposed, revitalized and supervised by the teacher (Moravec et al., 2010). The FC model is therefore able to promote and enhance higher-order activities that give students a leading role –both in and outside the class– and contribute to making learning meaningful and impactful (Rahman et al., 2014).

Historical development of flipped classroom methodologies

An important fact about the flipped classroom model that is unknown in the literature (even to some FC pioneers) is that this model did not appear suddenly, but has deep historical roots and methodological precedents in the last century (Prieto, Díaz and Santiago, 2014a; Medina, 2016; Prieto et al., 2017). The FC, which combines electronic communication of information to be learned, students' out-of-class preparation of learning materials and introduction of active learning activities in class, has several precedents in different innovative methodologies that emerged in the last decades of the 20th century (Prieto et al., 2018a).

Among the methodological precedents of FC, those used for promoting and verifying previous study (out-of class pre-study) that combine face-to-face teaching with information delivered online to students stand out, that is methodologies used in blended or hybrid learning models (Prieto et al., 2020a). New methodologies such as Just-in-Time Teaching (JITT), Peer Instruction (PI), and Team-based Learning (TBL) were considerably implemented long before the popularization of the term 'flipped classroom' in the second decade of the 21st century (Prieto et al., 2018a). In these methodologies, teachers sent new materials –printed or electronic documents– to students to be studied before classes. They also provided students with indications to guide them in the understanding of

these new materials. Teachers also emphasize the importance of the out-of-class pre-study phase to engage in higher cognitive tasks and apply knowledge in class, anticipating the training activities to be done in class in PI and TBL models and highlighting the completion of pre-preparation tasks –reflective self-assessment questionnaires in the JITT model.

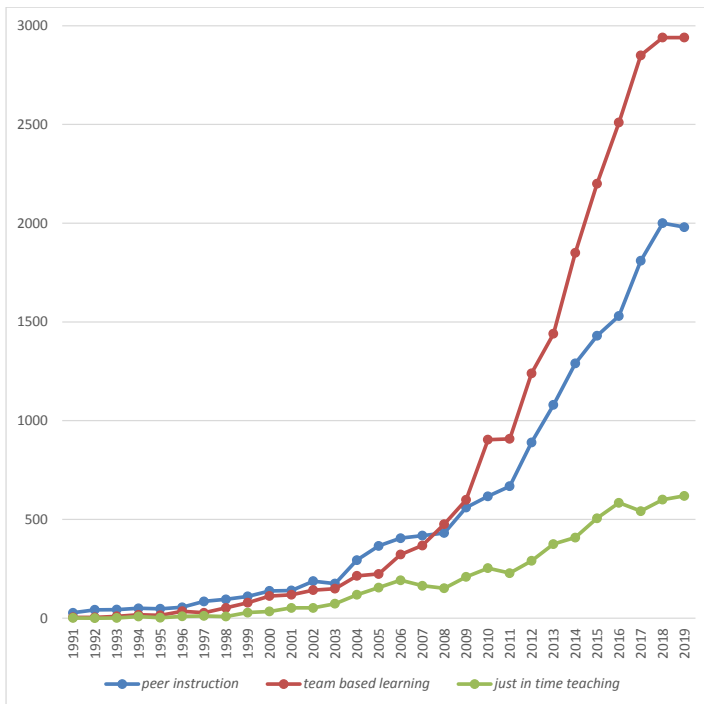
Thanks to out-of-class preparation, active learning activities, formative assessment, and peer discussion could be introduced in the classroom, and students are prepared to receive feedback in class. These methodologies for promoting out-of-class pre-study are the precursors of those which years later incorporated podcast, slidecast or video as forms of online communication and began to be called flipped classroom (Moravec et al., 2010; Bergmann and Sams, 2012).

These methodologies, after prompting out-of-class preparation, used face-to-face class to carry out different types of activities. In the PI model, class time is spent both on answering conceptual questions –which bring out students’ conceptual mistakes– and on discussion, first in pairs and finally in a plenary session (Crouch et al., 2001). In the JITT model, the teacher asks students for feedback on the doubts that remain after having studied the instructional materials. Based on the problems identified, the teacher rethinks his or her classroom activities and provides feedback, examples, and appropriate activities for the resolution of the difficulties identified (Novak et al., 1999). In the TBL model, students are encouraged to do the preparatory study by scheduling a short formative assessment test at the beginning of each unit, and then solving problems and case studies in teams (Michaelsen, Knight, and Fink 2002; Michaelsen et al., 2008).

The use of PI, JITT and TBL was extended in the 1990s, but they did not become very popular, as can be seen in the moderate impact they had on the literature. The impact took almost a decade to be achieved when developments in ICTs made it possible to facilitate communication with students and the electronic monitoring of their activities in and outside the class. During the 1990s and the first years of the 21st century, IP was the most frequently cited methodology in the literature, thanks to its combination with the then-fashionable technology: clickers (Bruff, 2009). However, this situation was later reversed when the popularity of IP was largely overtaken by that of TBL (Figure 1). Over the last decade, TBL has been the pre-study-based methodology most often cited in the literature. In fact, in some leading fields in educational innovation,

such as medicine, TBL has surpassed some well-established innovative methodologies, i.e. PBL, in terms of popularity and effectiveness (Burgess et al., 2017).

FIGURE I. Number of annual citations in Google Scholar in the 1991-2019 period for the methodologies ‘peer instruction’, ‘team-based learning’, and ‘just-in-time teaching’ (precursors of the FC model)



The first references to ‘classroom flip’ and ‘inverted classroom’–referring to blended methods that combine face-to-face teaching with virtual elements– date from the 1990s. In 1995, J. Wesley Baker realized that devoting classes to ‘reciting’ information–that was already on the slides– for students to copy was a waste of time, and asked students to access the materials online before class. He decided to use class time to work in teams from the preparatory tasks made by students outside the

class. Baker began to refer to this teaching model as ‘classroom flip’ and named it so in a lecture he gave in 2000 (Baker, 2015; Talbert, 2017). Lage, Platt and Treglia (2000) developed a similar teaching methodology, in which they asked students to read documents and watch videos on VHS before class and called it ‘inverted classroom’. Later, Strayer (2007) published a PhD thesis on the effects of classroom flip in the learning environment. In this thesis, he uses the term ‘flipped classroom’ three times, becoming the first author to use this term with its current meaning. This term would eventually become the most widely used form to name the inverted classroom model.

In 2007, Aaron Sams and Jonathan Bergmann—secondary school teachers— began recording vodcasts, screencasts, and online videos to provide their students with direct instruction outside the classroom and named their method ‘reverse instruction’. Demetry (2010) successfully combined classroom flip with TBL. With the support of the Gates Foundation, Khan created the Khan Academy, an online repository of instructional videos to supplement in-class problems and activities (Sparks, 2011).

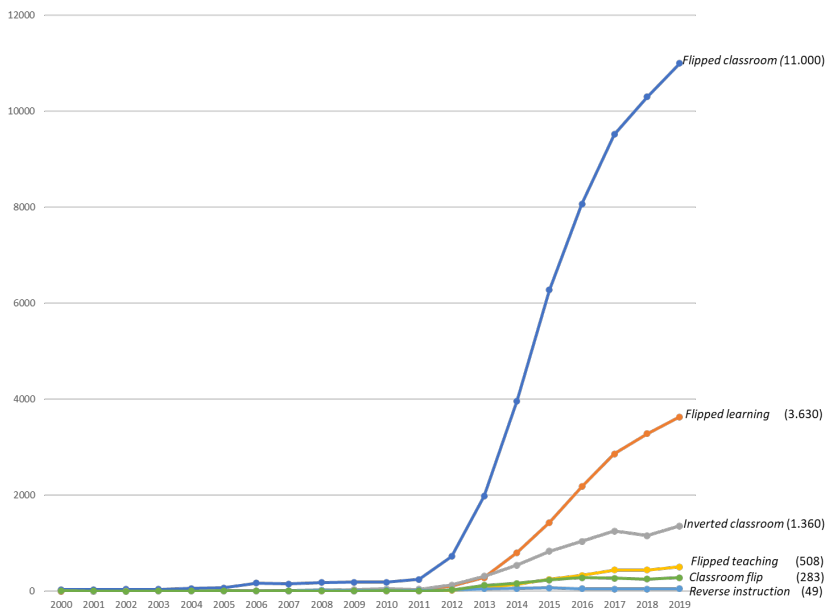
Other authors re-launched the JITT model and applied it to university education (Moravec et al., 2010; Prieto et al. 2014b); some even renamed it (Moravec et al., 2010) and called it LBL (learning before lecture). This name was perfectly in line with the definition of JITT, in which instructional materials were PowerPoint presentations with audio narrations.

The popularity of the FC model and its variants has significantly increased in Higher Education in the last nine years, with the number of papers published on this methodology also increasing (Figure 2). With the success of the term ‘flipped classroom’, a process of creating new methodological variants and terms within the flipped classroom model had begun, which continues today.

In 2012, the term flipped classroom exploded in popularity (Bergmann and Sams, 2012; Tucker, 2012). The success of the term ‘flipped classroom’ was such that authors already using JITT, PI or TBL renamed these methodologies to take advantage of the momentum of this fashionable term. Authors using JITT combined this method with videos and called it ‘flipped classroom with JITT’ (FC/JITT) (Prieto et al., 2014b; Prieto et al., 2017; Prieto et al., 2018b; Toriz, 2019). Authors promoting peer instruction also took advantage of the success of FC and started to refer to their practice as ‘flipping classroom with PI’, in order to associate

their own method to the one that was on the crest of the wave (Schell and Mazur, 2015). Other authors even went further by combining the FC model with TBL and PI (Costa, 2016). Finally, other authors– influenced by classroom flip and inverted classroom– developed the flipped teaching model and its derivatives (Wong et al., 2014).

FIGURE 2. Number of annual citations on Google Scholar in the 2000- 2019 period for the terms related to flipped classroom: ‘flipped classroom’, ‘flipped learning’, ‘inverted classroom’, ‘flipped teaching’, ‘classroom flip’, and ‘reverse instruction’.



At the beginning of this decade, a group of FC pioneers and leaders of the self-styled ‘Flipped Learning Network’ promoted the term ‘flipped learning’ as the ideal outcome of the evolution of the FC model; they developed a formal definition of the term describing the main characteristics and pillar that quality flipped classroom should have in order to be called ‘flipped learning’ (Association of Flipped Learning Network, 2014). Despite the efforts of the promoters of the term ‘flipped

learning' to refer to 'high-end flipped classroom', the term most frequently used in academic publications today continues to be 'flipped classroom' (Prieto et al., 2019). For this reason, we have used FC in this paper, leaving aside less used terms such as: reverse instruction, classroom flip, flipped teaching, inverted classroom, or flipped learning (Figure 2).

Literature on the Impact of the Flipped Classroom Model on University Education

There is an extensive literature on the effects of the flipped classroom model on different elements of the educational process, such as students' motivation, students' involvement in the learning process –overcoming simple initial challenges– and their participation in preparatory and class activities. The effects of the FC on all these elements of the educational process result in achieving a more meaningful learning, with a better understanding and comprehension of what is learned (Prieto et al., 2014a). There is also research focusing on how the FC model influences students' level of achievement and academic performance, in particular learning outcomes, competence acquisition and content learning (Estriegana, Medina and Plata, 2018; Låg , Sæle, 2019; Cheng et al., 2019; Zheng et al., 2020). A third group of works are mainly focused on assessing teachers' and students' level of satisfaction with the methodological change involved in FC (Dafonte-Gómez, García-Crespo, Ramahi-García, 2018; del Arco, Flores and Silva, 2019; Murillo-Zamorano et al., 2019; Awidi and Paynter, 2019).

In relation to the areas in which this methodology has been put into practice in university education, a number of papers on the impact of FC on health sciences, engineering, technological and computer sciences, science, social sciences and mathematics can be found in the literature. In terms of geographical origin, there is a predominance of papers published in the United States and other Western countries; publications on FC are also frequent in Eastern countries that have adopted the Western model of culture and economy, such as South Korea, Taiwan and Singapore. However, given the level of extension of FC methodologies, papers published all over the world can be found (Zheng et al., 2020).

Effects of the Flipped Classroom Model on Students' Motivation and Involvement in Learning Activities in and Outside the Class

The effect of the flipped classroom on learning is based on its ability to stimulate students to do things to learn and to become more involved in their own learning. Therefore, the beneficial effects of the FC depend on its effects on students' motivation and their level of involvement in working in and outside the class (Gilboy, Heinerichs and Pazzaglia, 2015). In order to improve students' involvement with classroom activities and study outside the class, the FC model aims to facilitate and encourage preparatory study, students' engagement in the classroom, and face-to-face and online dialogue between students and teachers. In the FC model, preparatory study is fostered and tested, so that face-to-face class time can be focused on solving problems, doubts, and difficulties that arise during preparatory study. In the case of the adaptive flipped classroom model, students' doubts and difficulties are sent to the teacher by telematic means before the class. This pre-class feedback allows the teacher to choose activities and problems for students to practice with the contents in class and develop a deeper understanding of these contents, in a learning environment where they receive feedback from their peers and their teacher.

Students' involvement can be estimated by measuring their emotional manifestations –i.e. their interest in the topics covered– but especially by measuring their behavioral manifestations: class attendance, percentage of completion of preparatory tasks (Jovanovic, 2019; Wang, 2019, Prieto et al., 2020b), time dedicated to these preparatory tasks (Prieto et al., 2020b), and their participation in discussions and quizzes and in formative assessment questionnaires (Prieto et al., 2020b). In-class activities (problem-solving) motivate preparatory study among students (Wang, 2019); other authors use formative assessment (Michaelsen, et al., 2008, Crouch et al., 2001) and gamification –with small rewards– (Prieto et al., 2014) in exchange for the completion of preparatory tasks, which contributes to more students doing preparatory study regularly.

Evidence shows that students' involvement in both in-class and out-of-class activities improves in the FC model (Murillo-Zamorano et al., 2019). Studies show almost unanimously the positive effect of the FC model on student engagement in educational contexts where the FC has been implemented. Furthermore, the most comprehensive meta-analysis

demonstrates an increase in the level of motivation of an effect size (ES) of 0.661 *s* for student motivation to learn (Zheng et al., 2020), being *s* the standard deviation of the level of motivation in the student population without a FC model. The 0.661 *s* increase equals a 24% percentile increase.

Effects of the Flipped Classroom Model on Students' Performance or Level of Academic Achievement

Most systematic reviews of the impact of the flipped classroom model on students' academic performance in HE have highlighted the positive effects of the FC on students' academic performance and satisfaction (O'Flaherty and Philips, 2015; Hinojo-Lucena, Aznar, Romero and Marin, 2019). The first meta-analysis on the impact of this methodology reviewed 15 studies on FC and found a positive effect on students' performance (Rahman, 2014). Subsequent meta-analyses found that the ES for academic performance was positive, moderate, and significant (Hew and Lo, 2018; Gillette et al., 2018; Van Alten et al., 2019; Låg et al., 2019; Cheng, Ritzhaupt, and Antonenko, 2019).

The most recent meta-analysis on the effect of the FC model on students' academic achievement or performance has demonstrated that the implementation of FC has a positive ES on academic performance at all educational levels studied, including university (Zheng et al., 2020). This meta-analysis included 78 studies in HE and showed that the ES for FC implementation was of 0.646 *s* at this educational level. This difference means that the median student (50th percentile) of a class taught by FC may obtain the same learning outcomes as the student in the 74th percentile of the same class taught by traditional methodology.

Some of these meta-analyses on the impact of the flipped classroom analyzed the moderating factors of that ES, showing that class size influences the ES achieved. Thus, smaller class sizes achieved higher ES than those observed in larger class sizes. Geographic area also had a moderating effect on the ES (Zheng et al., 2020): it was higher in Africa and Asia, intermediate in Europe, and lower in the United States. This difference shows that the implementation of the FC model may have even greater effects in those areas where the optimization degree of the traditional model is lower.

In relation to the disciplinary domains of the subjects, Zheng et al. (2020) found no differences between the different domains studied. This shows that the FC model has similar effectiveness in the different domains analyzed –sciences, engineering and technological sciences, health sciences and social sciences. However, another meta-analysis found that although the TE for the FC was significant in general terms, the TE values were significantly moderate according to the disciplinary domain in which the FC was applied, reaching maximum values in the branch of arts and humanities (Cheng, 2019).

Regarding the use of technological tools, the meta-analysis by Zheng et al. (2020) showed that the implementation of online discussion forums and online games reached higher ES than the use of online learning platforms. Other meta-analyses incorporating moderating factor analyses showed that the performance of online quizzes increased the ES for academic performance (Hew et al., 2018; Van Alten et al., 2019). In terms of the impact on different types of learning, several works reported that the FC model was associated with an improvement in knowledge acquisition (Love, Hodge Grandgenett and Swift, 2014); however, other works highlighted an improvement in the development of skills and competencies (Elmaadaway, 2017; Zainuddin and Perera, 2017).

Flipped Classroom and Competencies and Skills Development in Students

The effect of flipped classroom on the development of management competences and skills (i.e. the competence to manage online tasks and activities) was studied by Zanuiddin and Perera (2017). They found that students in a flipped learning environment developed management competences and skills to a higher level than students in the control group –who did not learn in a flipped environment. Zanuiddin and Perera (2018) demonstrated that the use of a LMS platform, that provides continuous access to a variety of digital materials, fostered a high degree of interactivity among participants, and made the implementation of FC and self-directed learning easier. For these authors, FC is viewed as a strategy that can help students remain engaged and focused on improving their language skills (Zanuiddin and Perera, 2018). Hu et al. (2018), in a meta-analysis of 11 studies on nursing education, showed

that the flipped classroom model was more effective than traditional lectures at improving students' theoretical knowledge and skill scores.

Estriegana et al. (2018) aimed at analyzing the development of competencies in the FC environment and demonstrated that this environment plays a key role in the acquisition and development of systemic, personal, and cooperative competencies. Their findings also suggested that the acquisition of skills and competencies, although considered a major issue in the HE qualifications framework, does not exactly match the academic outcomes measured during the assessment process. Additionally, Murillo-Zamorano et al. (2019) provided empirical evidence on the causal relationships among knowledge, skills, involvement, and students' satisfaction. This study confirms that the flipped classroom model has positive effects on students' involvement, resulting in an improved knowledge and skill acquisition.

Students' Perceptions on the Methodological Change from Traditional Methodology to Flipped Classroom

Several papers have focused on the effect of the flipped classroom model on students' satisfaction with their learning experience (Dafonte-Gómez et al., 2018; Del Arco et al., 2019). The students' level of satisfaction can be estimated from the students' assessment of the teachers' performance or from a comparison between their level of satisfaction with the FC and with the traditional models (Awidi and Paynter, 2019; Murillo-Zamorano et al., 2019).

McNally et al. (2016) differentiate in their research between students who are flip endorsers and flip resisters. Flip endorsers have positive attitudes toward the performance of activities both in class and outside the class, are involved in the activities, and achieve the best academic results. It is essential that teachers who want to implement the flipped classroom model plan a strategy to convince students who resist participating in class, and to change their attitude and study habits. Teachers should motivate students to study the learning materials before the class, giving them reasons to foster preparatory study and class participation. The use of narrative and game-playing strategies may help teachers to convince more students of the need to change their study habits to succeed in the flipped classroom environment (Prieto et al., 2014b). In addition, it is

very important to quantify and monitor the volume of student workload and provide them meaningful classroom activities (Al-Zhrani, 2015; Prieto et al., 2020b).

Different Models for the Flipped Classroom and their Effects

The traditional flipped classroom –used in secondary education– is focused on reordering and inverting the activities carried out in and outside the classroom (exposure to new materials outside the classroom and completing tasks inside the classroom). However, there are other aspects that can be optimized to further improve learning outcomes achieved through the implementation of the FC model. For example, some studies have compared the different strategies that can be used to produce preparatory learning of the contents before class, i.e. interactive tutorials, video classes and text reading; the result was a small advantage for video classes over the other alternatives studied (Jensen, Holt, Sowards, Ogden and West, 2018).

The methods for promoting previous study (pre-study) in university education in the 1990s –TBL, PI and JITT– already included strategies for improving learning, such as formative assessment, formal (TBL) and informal (PI) teamwork, answering pre-questionnaires and conducting preparation activities (JITT). Twenty years later, as explained above, some authors renamed the JITT method (Moravec et al., 2010) as ‘learning before lecture’. The underlying idea –previously established by Novak– was that students’ answers and activities could be used to redesign classroom activities and materials, taking what students had not understood or misunderstood as a starting point.

Teachers can provide feedback to students, either in class or online collectively, from the students’ answers to questionnaires, creating the possibility of making the flipped classroom an adaptive strategy (adaptive flipped classroom). The teacher will thus be able to adapt the instructional materials and classroom activities to the interests and real needs of the students (Prieto et al., 2020b). In addition, students’ responses also provide information about elements of the instructional material previously provided by the teacher that need to be improved, explained, or otherwise illustrated in order to be better understood (Contreras et al., 2017; Murillo-Zamorano et al., 2019). This two-way

feedback strategy combines the work of the teacher and that of his or her students and intensifies the effect of the FC by providing cohesion to the activities carried out in and outside the classroom (Murillo-Zamorano et al., 2019). This strategy establishes a two-way dialogue that fosters mutual commitment and the establishment of a learning community in which the teacher acts as a coach to his or her students.

Other authors have also advanced this idea of improving flipped classroom outcomes by including additional tasks both in and outside the classroom. Outside the classroom, formative assessment (Robles, 2010) and reflective questionnaires (Prieto, 2014; Porcaro et al., 2016) have been proposed. Within the classroom, team problem-solving (Chiang, 2017) or team projects (Liu, Wu, Zhang and Guo, 2017) have been incorporated, in order to improve student involvement and favor that the class activities achieve more significant learning and develop skills and competences.

Studies on the Impact of the Flipped Classroom in the Different Disciplinary Domains

To evaluate the impact of the flipped classroom methodology in different disciplinary domains, original research and meta-analysis have been carried out focusing on specific disciplines within Higher Education. We summarize below the most outstanding works on the impact of the FC on learning in specific disciplinary contexts.

In the health sciences area, the meta-analysis by Hew et al. (2018) demonstrated a positive and significant ES in learning performance in favor of the FC compared to traditional methodologies. In addition, this meta-analysis showed that the FC increased its effectiveness when formative assessment quizzes were used at the beginning of each class. Students also showed a preference for the flipped class over the traditional class. Similar results were obtained in Chen's meta-analysis (2018). Sezer and Abay (2019) conducted a quasi-experimental design study with control, pre-test, and post-test groups, and demonstrated that first-year medical students who were taught with FC obtained a significantly higher level of academic achievement than the control groups. Students also had positive perceptions of the flipped classroom method. Hu's meta-analysis in 11 nursing studies (2018) showed that theoretical knowledge and skill scores were significantly higher in the groups that were taught by flipped

classrooms than in the control groups that had been taught by traditional classes.

In the engineering and technology disciplines, Kerr's (2015) review showed that almost all studies on flipped classrooms in engineering resulted in high levels of student satisfaction with the new learning environment and improved performance. In science disciplines, Chen's (2018) meta-analysis showed that FC was associated with a higher level of academic achievement than teaching with expository classes. In maths, Lo, Hew, and Chen's (2017) meta-analysis determined a positive and significant effect of the flipped classroom whose value was estimated at 0.298 s over the starting value. In languages, as well as in arts and humanities, the flipped classroom model has also been used –specially in second language teaching– and the results have been positive, improving the motivation and language skills of students who participate in FC experiences (Hsieha, 2016). Finally, in social sciences, Olivan's recent study (2019) showed that FC was more effective in achieving better academic results than expository teaching.

Long-term Effect of the Flipped Classroom Model: Longitudinal Studies

Longitudinal studies that track the effect of the flipped classroom during a series of successive promotions of the same subject to determine its long-term impact are scarce in the literature. The recently published longitudinal study by Prieto et al. (2020b) shows that in four subjects in which the FC has been applied in at least four consecutive promotions, the ES on learning assessment test scores are lower in the first years of implementation ($ES = 0.3$ s), but increase during the second and third year; then, the values remain stable –around 1 s– over the initial values. This study has shown that the impact of the flipped classroom is not immediate, but is proportional to the modification of preparatory study habits over the course of different promotions. Therefore, the ES increases as the preparatory study habits of a greater number of students improve –a process that can last several years. Finally, this study also showed that the ES on the average score in the learning assessment tests correlates directly with the percentage of preparatory tasks carried out by the students; it is also observed repeatedly in different subjects that,

although this percentage of task completion begins being modest in the first attempts, it progressively improves in successive years.

Conclusions

To date there has been a poor understanding of the methodological roots of the flipped classroom; this paper has connected the flipped classroom methodologies developed in the 21st century with the pioneering methodologies that emerged in university education at the end of the previous century. The review of the literature on these pioneering FC methodologies (peer instruction, team- based learning, and just-in-time teaching) shows how these methodologies –developed at the end of the last century– were widely used in the first decade of this century, years before the flipped classroom became popular in 2012. In recent years, the FC model has been increasing its popularity to become an alternative methodology widely used around the world by more university teachers every day.

In the second part of this paper, the review of the literature on the impacts of the FC allows us to conclude that the use of this methodology has multiple positive impacts: it increases student involvement, improves their level of academic achievement, allows the incorporation of more active learning and thus favors the development of skills and competences in students. It has also been demonstrated that the FC model improves students' perceptions of their learning experience. In short, the flipped classroom creates opportunities for students to interact earlier and more sustainably with instructional materials, thereby improving their readiness to apply what is learned to class activities and thus improving their academic performance.

References

Al-Zhrani, A.M. (2015). From passive to active: The impact of the flipped classroom through social learning platforms on higher education students' creative thinking. *British Journal of Educational Technology*, 46(6),1133-48.

- Arum, R., Roska, J. (2010). *Academically Adrift: Limited Learning on College Campuses*. Chicago, Ill: University of Chicago Press.
- Arum R., Roksa, J. (2014). *Aspiring adults adrift: tentative transitions of college graduates*. Chicago, Ill University of Chicago Press.
- Association of Flipped Learning Network. (2014). Definition of flipped learning. Disponible en <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>
- Awidi, I.T., Paynter, M. (2019). The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. *Computers & Education.*, 128,269-283.
- Baker, J.E. (2000). The classroom flip: using web course management tools to become the guide by side. En Chambers, JA. *Selected papers from the 11th International Conference on College Teaching and Learning* (pp. 9-17) Jacksonville: FL.
- Bergmann J., Sams, A. (2012). *Flip your Classroom: Reach every student in every class every day* International Society for Technology in Education.
- Bok D. (2017). *The struggle to reform our colleges*. Princeton New Jersey Princeton University press
- Bruff D. (2009). *Teaching with Classroom Response Systems: Creating Active Learning Environments*. Jossey-Bass San Francisco
- Burgess, A., Bleasel, J., Haq, I., Roberts, C., Garsia, R., Robertson, T., Mellis, C. (2017). Team-based learning (TBL) in the medical curriculum: better than PBL? Burgess et al. *BMC Medical Education* 17:243 DOI 10.1186/s12909-017-1068-z
- Chen, K.S., Monrouxe, L., Lu, Y.H., Jenq, C.C., Chang, Y.J., Chang, Y.C., et al. (2018). Academic outcomes of flipped classroom learning: A meta-analysis. *Medical Education.*; 52(9), 910-924.
- Cheng, L., Ritzhaupt, A.D., Antonenko, P. (2019). Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology Research & Development*. 67:793–824 <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9633-7>
- Chiang, T.H. (2017). Analysis of learning behavior in a flipped programming classroom adopting problem solving strategies *Interactive learning environments*, 25(2) pp.189-202
- Chua, K.J., Islam, M.R., (2020). *The hybrid Project-Based Learning–Flipped Classroom: A design project module redesigned to foster learning*

- and engagement *International Journal of Mechanical Engineering Education* March DOI: 10.1177/0306419019838335
- Contreras, J.A., Arias, J., Melo, M.G., Martín-Espada, R. (2017). Uso del modelo educativo de aprendizaje inverso para mejorar materiales educativos universitarios *RISTI* 23, 17-31
- Costa, M.J. (2016). Flipped, team based peer instruction: uma metodologia híbrida aplicável a turmas com 100 ou mais alunos *CNaPPES 2016*, 241-246 241 Congresso Nacional de Práticas Pedagógicas no Ensino Superior 14 e 15 de Julho de 2016, Universidade de Lisboa
- Crouch, C.H., Mazur, E. (2001). Peer instruction: ten years of experience and results. *Am. J. Phys.* 69:970-977.
- Dafonte-Gómez, A. García-Crespo, O. Ramahí-García, D. (2018). Flipped learning y competencia digital: diseño tecno pedagógico y percepción del alumnado universitario. *Index.comunicación*, 8(2),275-294.
- Del Arco Bravo, I., Flores Alarcia, Ò., y Silva, P. (2019). El desarrollo del modelo flipped classroom en la universidad: impacto de su implementación desde la voz del estudiantado. *Revista de Investigación Educativa*, 37 (2), 451-469. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.37.2.327831>
- Demetry, C. (2010). Work in progress- An innovation merging classroom flip and team based learning. In 40th IEEE Frontiers in Education Conferencie (FIE)
- Elmaadaway, MAN. (2017). The effects of a flipped classroom approach on class engagement and skill performance in a Blackboard course: Effects of the flipped classroom approach. *British Journal of Educational Technology* 49(3) DOI: 10.1111/bjet.12553
- Estriegana, R., Medina, J.A., Plata, R. (2018) Analysis of competence acquisition in a flipped classroom approach *Computer Applications in Engineering Education* 27(1) DOI: 10.1002/cae.22056
- Flores, Ò., del-Arco, I., Silva, P. (2016). 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* 13: doi: 10.1186/s41239-016-0022-1.
- Freeman, S., Eddy S.L, McDonough, M , Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth M.P. (2014). Active learning increases student performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 111(23): 8410-5.

- Galway, L., Corbett, K.K., Takaro, T.K., Tairyan K y Frank E. (2014). A novel integration of online and flipped classroom instructional models in public health higher education. *BMC Medical Education* 14:181.
- Gilboy, M.B., Heinerichs, S., Pazzaglia, G. (2015). Enhancing Student Engagement using the flipped classroom *Journal of nutrition Education and behavior* 47 (1) 109-114 <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2014.08.008>
- Gillette, C., Rudolph, M., Kimble, C., Rockich-Winston, N., Smith, L. y Broedel-Zaugg, K. (2018). A meta-analysis of outcomes comparing flipped classroom and lecture. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 82(5), 433-440. <https://doi.org/10.5688/ajpe6898>
- Hew, K.F., Lo, C.K. (2018). Flipped classroom improves student learning in health professions education: a meta-analysis. *BMC Med Educ* 18, 38 <https://doi.org/10.1186/s12909-018-1144-z>
- Hinojo-Lucena, F. J., Aznar Díaz, I., Romero Rodríguez, J. M., Marín Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1), 9-18.
- Hsieh, J.S.C., Wu W.-C.V., Marek, M.W. (2016) Using the flipped classroom to enhance EFL learning *Computer Assisted Language Learning*, <http://dx.doi.org/10.1080/09588221.2015.1111910>
- Hu, R., Gao, H., Ye, Y., Ni, Z., Jiang, N., Jiang, X. Effectiveness of flipped classrooms in Chinese baccalaureate nursing education: A metanalysis of random controlled trials *International Journal of Nursing Studies*. 2018; 79: 94-103.
- Hu. X., Zhang, H. Song Y., Wu C., Zhang Q., Chen, W. (2018). Implementation of flipped classroom combined with problem based learning: an approach to promote learning about hyperthyroidism in the endocrinology internship. *BMC Medical Education* 2019 19: 290
- Hurtbaise, L., Hall, E., Sheridan, L. Han , L. (2015). The flipped classroom in Medical Education: engaging students to build competency. *Journal of Medical Education and Curricular Development*; 2: 35-43
- Jensen, J.L., Holt, E.A., Sowards, J.B. Odgen, T.H., West R.E.. (2018). Investigating Strategies for Pre-Class Content Learning in a Flipped Classroom. *J Sci Educ Technol* 27, 523-535 <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9740-6>
- Kerr, B. (2015). The flipped classroom in engineering education: A survey of the research *Proceedings of 2015 International Conference on interactive collaborative Learning (ICL)* p815 Florence Italy

- Låg, T., Sæle, R.G. (2019) Does the Flipped Classroom Improve Student Learning and Satisfaction? A Systematic Review and Meta-Analysis. *AERA Open*. 5(3): 1-17
- Lage, M.J., Platt, G.J., Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*. 31(1): 30-43
- Lai, H., Hsiao, Y.L., Hsieh P.J. (2018). The role of motivation ability, and opportunity in university teacher' continuance use intention for flipped teaching. *Computers & Education*, 124 37-50.
- Liu, X., Wu, Z., Zhang, L., Guo, X. (2017). Practice of project-centric flipped classroom learning in microcomputer interfacing technology course 5th International conference on modern education DOI:10.12783/dtssehs/icom2017/19352
- Lo, C.K., Hew, K.F., Chen, G. (2017) Toward a set of design principles for mathematics flipped classrooms: a synthesis of research in mathematics education. *Educational Research Review*; 22: 50-73.
- Love, B., Hodge, A., Grandgenett, N., y Swift, A.W. (2014). Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45:3, 317-324, DOI: 10.1080/0020739X.2013.8225822014
- McLaughlin, J.E., Roth, M.T., Glatt, D.M., Gharkholonarehe, N., Davidson, C.A., Griffin, L.M., Esserman, D.A., Mumper, R.J. *The Flipped Classroom: A Course Redesign to Foster Learning and Engagement in a Health Professions School*. *Academic Medicine*, 2014 Vol. 89, No. 2
- Medina, J.L. (2016). *La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida* Octaedro Barcelona.
- Mellefont, L., Fei, J. (2016) Student Perceptions of 'Flipped' Microbiology Laboratory Classes *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(1), 24-35, 2016.
- Mennella, T. (2016). Comparing the efficacy of flipped vs. alternative active learning in a college genetics course. *The American Biology Teacher*, 78(6), 471-479.
- Michaelsen, L.K., Knight, A., Fink, L.D. (2002) *Team-based learning: a transformative use of small groups* Praeger Publishers, Westport CT
- Michaelsen, L.K., Parmelee, D.X., McMahon, K.K., Levine, R.E. (2008). *Team based learning for health professions education*. Stylus Publishing Sterling Virginia

- Mohr, K. A. J., y Mohr, E.S. (2017). Understanding Generation Z Students to Promote a Contemporary Learning Environment. *Journal on Empowering Teaching Excellence: Vol. 1 : Iss. 1, Article 9.* DOI: <https://doi.org/10.15142/T3M05T>
- Moravec, M. Williams, A. Aguilar-Roca, N. y O'Dowd. D.K. (2010). Learn before lecture: a strategy that improves learning outcomes in a large introductory biology class. *CBE-Life Sciences Education*, 9,4,473-481.
- Murillo-Zamorano LR, López-Sánchez JA, Godoy-Caballero AL. (2019). How the flipped classroom affects knowledge, skills and engagement in higher education: effects on students' satisfaction *Computers & Education*, 141 , doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103608>
- Novak, G., Gavrín, A., Christian, W., y Patterson, E. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology.* Upper Saddle River. NJ: Prentice-Hall.
- O'Flaherty J., Philips C. (2015) The use of flipped classrooms in higher education: a scoping review *Internet and Higher Education* 25 85-95
- Oliván, B., Masluk, B., Gascon, S., Fueyo, R., Aguilar-Latorre, A., Artola, I., Magallón, R. (2019). The use of flipped classroom as an active learning approach improves academic performance in social work: A randomized trial in a university. *PLoS One*. 14(4):e0214623. doi: 10.1371/journal.pone.0214623. eCollection 2019.
- Park, K.H., Park, K.H., Chae, S.J. (2018). Experiences of medical teachers in flipped learning for medical students: a phenomenological study *Korean Journal of Medical Education*, 30:91-100
- Porcaro, P., Jackson, D., McLaughlin, P. y O'Malley, C. (2016). Curriculum design of a flipped classroom to enhance haematology learning, *Journal of Science Education and Technology*, pp. 1-13. <http://doi.org/10.1007/s10956-015-9599-8>
- Prieto, A., Díaz, D., Santiago, R. (2014a). *Metodologías Inductivas: El desafío de enseñar mediante el cuestionamiento y los retos.* Barcelona, Digital Text
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., Reyes, E., et al. (2014b). Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *ReVisión*, 7 (2): 76-92
- Prieto, A., Barbarroja, J., Cano, I., Díaz, D., Lara, I., Monserrat, J., Sanvicen, P., Vélez, J. (2017). *Flipped learning: aplicar el modelo de aprendizaje invertido* Ed Narcea (Colección Universitaria)

- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., Alvarez-Mon, M., Sanvicén, P., Rinaldi, M.I. (2018a). Aula invertida y aprendizaje invertido. En: Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como herramientas Mediadoras de los Procesos Educativos. Volumen I: Fundamentos y Reflexiones. Eds. Ocelli, M., García-Romano, L., Valeiras, N., Quintanilla Gatica, M., Santiago de Chile Ed, Bellaterra Ltda., pp.123-135
- Prieto, A., Díaz, D., Lara, I., Monserrat, J., Sanvicen P., Santiago, R., Corell, A., Alvarez-Mon M., (2018b) Nuevas combinaciones de aula invertida con just in time teaching y análisis de respuestas de los alumnos. RIED Revista Iberoamericana Educación a Distancia.; 21(1): 175-194
- Prieto, A., Barbarroja, E. Lara-Aguilera I, Díaz-Martín D, Pérez-Gómez A, Monstserrat J, Corell-Almuzara, A., Álvarez de Mon, M., . (2019). Aula invertida en enseñanzas sanitarias recomendaciones para su puesta en práctica FEM. Revista de la Fundación Educación Médica, ISSN 2014-9832, Vol. 22, Nº. 6, págs. 253-262
- Prieto, A. y Giménez, X. (2020a). La enseñanza universitaria basada en la actividad del estudiante: evidencias de su validez. En Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica Porlan. R., de Alba Fernández N. Madrid. Ed Morata
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., Barbarroja, J., (2020b). La medición del impacto de las innovaciones metodológicas sobre los resultados de la docencia universitaria RIECS 2020 (en prensa)
- Prince, M. (2004). Does active learning work? J. Engr. Education, 93 (3): 223-31.
- Prober, ChG., Heath, Ch. (2012). Lecture halls without lectures A proposal for medical education N Engl J Med, 366:18 1657-1659
- Rahman, A.A., Aris, B., Mohamed, H., Zaid, N.M. (2014).The Influences of Flipped Classroom: A Meta Analysis 2014 IEEE 6th International Conference on Engineering Education
- Robles, G.; González- Barahona, J.M. y Prieto A. (2010). Fomentando la preparación de clase por parte de los alumnos mediante el Campus Virtual Relada, 4 (3), 240-248. <http://polired.upm.es/index.php/relada/article/viewFile/117/113>
- Schell, J., Mazur, E. (2015) Flipping the Chemistry Classroom with Peer Instruction In Chemistry Education: best practices, opportunities and trends. García-Martinez J. y Serrano-Torregrosa, E. Eds Wiley-VCHGmbH& Co Weinheim Germany Pp 319-343

- Sezer, B., Abay, E. (2019). Looking at the Impact of the Flipped Classroom Model in Medical Education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 63 (6): 853-868
- Sola, T., Aznar, I., Romero, J.M. Rodríguez-García, A.M. (2019). Eficacia del método flipped classroom en la Universidad: Meta-Análisis de la Producción Científica de Impacto REICE 17(1)25-38 <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.1.002>
- Souto-Iglesias, A., Baeza-Romero, M.T. (2018). A probabilistic approach to student workload: empirical distributions and ECTS. *High Educ.*; 76: 1007.
- Sparks, SD. (2011). Schools “Flip” for lesson model promoted by Khan Academy. *Educ week*,31, 12-14.
- Strayer, J.F. (2007). Effects of the classroom flip on the learning environment: a comparison of learning activity in a traditional classroom and a flip classroom that used an intelligent tutoring system. Doctoral Dissertation, Ohio State University, Columbus, Ohio,
- Talbert, R. (2017). *Flipped Learning: a guide for higher education faculty*. Stylus. Sterling Virginia.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education Next: Vol.12. N° 1* <https://www.educationnext.org/the-flipped-classroom/>. Accessed 28 May 2020.
- Toriz, E. (2019). Learning based on flipped classroom with just-in-time teaching, Unity3D, gamification and educational spaces. *Int J Interact Des Manuf*, 13, 1159–1173 <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00560-z>
- van Alten DCD, Phielix C, Janssen J, Kester L. (2019). Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28:1-18
- Wang FS (2019). On the relationships between behaviours and achievement in technology-mediated flipped class rooms: A two phase online behavioral PLS-SEM model *Computers & Education* , 142:103653
- Wong, T.H., Ip, E.J., Lopes, I., Rajagopalan, V. (2014). Pharmacy Students' Performance and Perceptions in a Flipped Teaching Pilot on Cardiac Arrhythmias *American Journal of Pharmaceutical Education* 78 (10) 185; DOI: <https://doi.org/10.5688/ajpe7810185>
- Zanuidin, Z., Perera, C.J. (2017). Exploring students' competence, autonomy and relatedness in the flipped classroom pedagogical

model. *Journal of further and Higher Education* <http://dx.doi.org/10.1080/0309877X.2017.1356916>

Zanuiddin, Z., Perera, C.J. (2018). Supporting students' self-directed learning in the flipped classroom through the LMS TES BlendSpace. *On the Horizon*, Vol. 26 Issue: 4, pp.281-290, <https://doi.org/10.1108/OTH-04-2017-0016>

Zheng, L., Bhagat, K.K., Zhen, Y., Zhang, X. (2020). The Effectiveness of the Flipped Classroom on Students' Learning Achievement and Learning Motivation: A Meta-Analysis. *Educational Technology & Society* 23(1):1-15

Contact address: Alfredo Prieto Martín. Universidad de Alcalá, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Departamento de medicina y Especialidades Médicas. E-mail: Alfredo@uah.es