

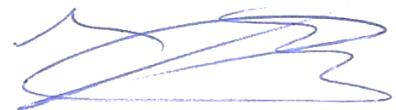


Flipped Classroom y su aplicación a la didáctica de las matemáticas

Trabajo Fin de Máster presentado por: Josué Isabel Crespo
Titulación: Máster universitario en profesor de educación secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas.

Directora: Marta Cartón Cordero

Madrid, 20/05/2022:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Josué Isabel Crespo', written over a horizontal line.

Fdo. Josué Isabel Crespo



DECLARACIÓN PERSONAL DE NO PLAGIO

D. Josué Isabel Crespo con NIF 70255757A estudiante del “Máster universitario en profesor de educación secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas” de la Universidad Francisco de Vitoria, curso 2021/22, como autor de este documento académico, titulado:

“Flipped Classroom y su aplicación a la didáctica de las matemáticas”

Y presentado como trabajo Fin de Máster para la obtención del título correspondiente,

DECLARO QUE

Es fruto de mi trabajo personal, que no copio, que no utilizo ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier obra, artículo, memoria, etc., (en versión impresa o electrónica) sin mencionar de forma clara y estricta su origen, tanto en el cuerpo del texto como en la bibliografía.

Así mismo, soy plenamente consciente de que el hecho de no respetar estos extremos es objeto de sanciones universitarias y/o de otro orden.

En Madrid, a 20 de mayo de 2022.

Fdo. Josué Isabel Crespo



AGRADECIMIENTOS

A Marta Cartón Cordero, por su tutoría en la realización de este documento.

A Abraham Gutiérrez, por un buen libro y mejor consejo.

A Miriam Ramos, maestra de educación primaria y una de las personas más capaces y con más pasión por su trabajo que he conocido. Sin ti no habría sido posible.

Gracias.



RESUMEN

La metodología de la Clase Invertida (Flipped Classroom) nació en el año 2008 y ya existen numerosos estudios que avalan este método de enseñanza como una opción de aplicación de las TIC a considerar. Esta metodología traslada el estudio de los fundamentos teóricos como deberes en casa a través de contenidos digitales (generalmente mediante videos), dejando todo el tiempo de clase para realización de ejercicios e interacción con el profesorado.

Esta revisión documental describe y analiza tanto la metodología en sí como sus aplicaciones y consecuencias, centrando el foco en la asignatura de matemáticas, valorando los aspectos clave que la convierten en una opción real para la mejora de la calidad de la docencia de las matemáticas.

También se proponen nuevas líneas de trabajo de investigación en aquellos aspectos o ángulos en los que se ha encontrado una falta de información al respecto, con ánimo de conseguir un mejor conocimiento de esta metodología y su aplicación en los distintos entornos que componen el ámbito educativo.

PALABRAS CLAVE

Clase invertida. Metodología. Innovación. TIC



ABSTRACT

Flipped Classroom methodology was born in 2008 and there are several studies that support this teaching system as an ICT option to consider. This methodology transfers the theoretical foundations study as homework by means of digital content (usually in a video), leaving class time for exercises and interaction with teachers.

This documentary review describes and analyses the methodology itself and its applications and consequences, focusing on the subject of mathematics, assessing the key aspects that make it a real option for improving the quality of Maths teaching.

New lines of research work are also suggested in those aspects in which a lack of information has been found with the aim of achieving a better understanding of this methodology and its application in the different environments that make up the educational field.

KEY WORDS

Flipped Classroom. Methodology. Learning. Innovation. ICT

“Lo increíble es que sobrevivamos a la pubertad.”

JUAN LUIS ARSUAGA

La vida contada por un sapiens a un neandertal



ÍNDICE

1	Introducción y justificación	1
2	Marco teórico	2
2.1	Los inicios de Flipped Classroom.....	2
2.2	Descripción de la metodología Flipped Classroom	3
2.2.1	Preparación del contenido virtual.....	5
2.2.2	Organización de los contenidos por temas	7
2.2.3	Trabajo en casa - Visualización por los alumnos.....	9
2.2.4	Organización de la clase 1 - Repaso introductorio.....	10
2.2.5	Organización de la clase 2 - Resolución de ejercicios	10
2.2.6	Evaluación	11
2.3	Comparativa entre la didáctica tradicional y el Flipped Classroom	12
2.4	Beneficios e inconvenientes documentados de Flipped Classroom	14
2.4.1	Beneficios de Flipped Classroom.....	14
2.4.2	Puntos a tener en cuenta para la implantación de Flipped Classroom .	17
2.5	Flipped Classroom y la asignatura de matemáticas	19
2.5.1	Las matemáticas y el Flipped Classroom	20
2.5.2	Opinión del alumnado sobre la aplicación del Flipped Classroom en la asignatura de matemáticas	22
3	Análisis Crítico	23
3.1	Discusión de Flipped Classroom como método didáctico	23
3.2	Crítica a la metodología Flipped Classroom.....	29
3.3	Relación entre Flipped Classroom y las metodologías tradicionales.....	31
3.4	Relación entre Flipped Classroom y otras metodologías o enfoques innovadores	33



3.5	Aplicaciones de Flipped Classroom a la didáctica de las matemáticas	37
3.6	Atención a la diversidad y Flipped Classroom	38
4	Conclusiones.....	41
4.1	Metodología Flipped Classroom	41
4.2	Flipped Classroom y matemáticas	42
5	Prospectiva	43
6	Referencias bibliográficas	44



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Proceso de enseñanza tradicional y Flipped Classroom	1
Figura 2.	Documentación en la base de datos de Scopus asociada con Flipped Classroom - Documentos asociados entre 2002 y 2021	3
Figura 3.	Esquema de la metodología Flipped Classroom	5
Figura 4.	Características principales para un videotutorial	6
Figura 5.	Imagen de ejemplo de un vídeo con preguntas intercaladas en la plataforma Edpuzzle.....	9
Figura 6.	Resumen de pros y contras documentados de la metodología FC	18
Figura 7.	Documentación en la base de datos de Scopus asociada con Flipped Classroom y las matemáticas (mathematics) - Documentos asociados entre 2012 y 2021.....	19
Figura 8.	Comparación grupal de las competencias actitudinales entre metodología tradicional (grupo control) y Flipped Classroom (grupo experimental).....	20
Figura 9.	Comparación grupal de las competencias matemáticas entre metodología tradicional (grupo control) y Flipped Classroom (grupo experimental).....	21
Figura 10.	Factores a tener en cuenta para la aplicación de la metodología Flipped Classroom	29
Figura 11.	Resumen de la crítica a la metodología Flipped Classroom.....	31
Figura 12.	Rueda de DUA (versión 2020) - Recursos para derribar barreras a la participación del Blog de Antonio A. Márquez	36
Figura 13.	Clasificación del alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (ACNEAE).....	39



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Comparativa entre la metodología tradicional y el Flipped Classroom	13
Tabla 2.	Efecto de los estudios estudiados por el artículo: Influencia del aula invertida en el rendimiento académico (Lucena et al., 2019)	16
Tabla 3.	Áreas del conocimiento según el Real Decreto 415/2015, de 29 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1312/2007, de 5 de octubre, por el que se establece la acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios.....	25

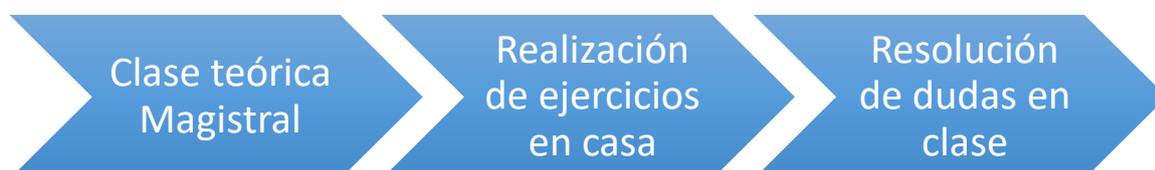


1 Introducción y justificación

Entre las diversas metodologías resultado de la aplicación de sucesivos procesos de investigación en educación e innovación educativa, se ha seleccionado la de Flipped Classroom (Clase invertida en una aproximación al castellano, en adelante FC) para su estudio de detalle en este documento.

En una primera aproximación muy somera, este modelo de aprendizaje pretende modificar la estructura de las clases magistrales tradicionales, basadas en explicación teórica y posterior realización de los ejercicios, para pasar a que el trabajo principal de los alumnos en clase sea la realización de ejercicios, teniendo posibilidad de resolver dudas con sus compañeros y con el profesor como guía. Para ello, es necesario que los alumnos adquieran el contenido teórico previamente a través de videos explicativos u otros materiales diversos, de manera que en clase sea necesario solamente repasar los conceptos de la teoría.

Proceso tradicional



Proceso Flipped Classroom

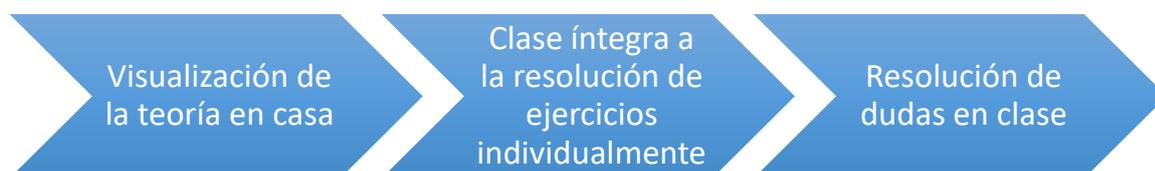


Figura 1. Proceso de enseñanza tradicional y Flipped Classroom

Por tanto, la motivación para la realización de este Trabajo Fin de Máster (en adelante TFM) nace de la inquietud por la búsqueda de metodologías novedosas que permitan mejorar la didáctica de asignaturas de carácter técnico, especialmente para la asignatura de matemáticas.



2 Marco teórico

2.1 Los inicios de Flipped Classroom

El FC como metodología reconocida data de la primera década del siglo XXI, es relativamente reciente, por lo que está de plena actualidad el desarrollo de diferentes estudios y aplicaciones relacionados con ella.

Las primera experiencia documentada en la aplicación de FC data del año 2007, en el que los profesores del departamento de química de la Escuela de Secundaria de la ciudad de Woodland Park (Colorado, Estados Unidos) Jonathan Bergmann y Aaron Sams (Bergmann et al., 2017) comenzaron a grabar sus clases en el verano del año 2007, con la intención de que los alumnos que por causas justificadas no pudieran acudir a las mismas tuvieran un repositorio de videos en los que poder recuperar las lecciones que se habían visto (en lugar de explicarles el tema individualmente, podían remitirlos al video correspondiente).

Para la elaboración de estos videos fue fundamental el desarrollo de la tecnología de grabación y difusión de videos que se producía en este momento, y que empezaba a resultar accesible para cualquier usuario con interés (para situar el contexto, señalar que la plataforma de videos online YouTube se creó en el año 2005, despegando definitivamente en el año 2006). Acompañando a las plataformas de difusión, también se mejoraba la tecnología de captación de imágenes, registro de la pantalla, posibilidad de grabar presentaciones con voz, etc.

Utilizando estas herramientas, estos profesores crearon su primera colección de videos, aún poco sofisticados pero muy útiles, que permitían a los alumnos que faltaban recuperar las lecciones de las clases a las que habían asistido.

El siguiente paso en la evolución de la metodología lo dieron cuando cayeron en la cuenta de que no solo los alumnos que se habían perdido las lecciones veían sus videos, si no que los mismos estudiantes que sí asistían a clase los utilizaban para repasar los conceptos dados y estudiar las lecciones. Esto resultaba especialmente útil a los alumnos con más dificultades en el aprendizaje, ya que podían parar o repetir las explicaciones las veces que fuera necesario para adaptarlas a su ritmo.



Derivado de este fenómeno, la pregunta que cabía hacerse era: ¿Si mediante contenidos pregrabados puedo adaptar el ritmo de aprendizaje individualmente a cada alumno con trabajo en casa, como sería posible aprovechar al máximo las clases presenciales para desarrollar este conocimiento? Había nacido la clase invertida.

2.2 Descripción de la metodología Flipped Classroom

En primer lugar, la presencia de documentación asociada con el análisis de FC ha tenido un incremento apreciable y sostenido en el tiempo durante la segunda década del siglo XXI. Esto significa que existen multitud de estudios que puntualizan o aportan diferentes añadidos a la metodología que se describe en este apartado.

Para ilustrar esta tendencia, se ha realizado una búsqueda en la base de datos académica Scopus (una de las de mayor reconocimiento a nivel internacional) de los documentos que contienen las palabras “Flipped Classroom” asociadas a su contenido. El resultado obtenido es el siguiente:

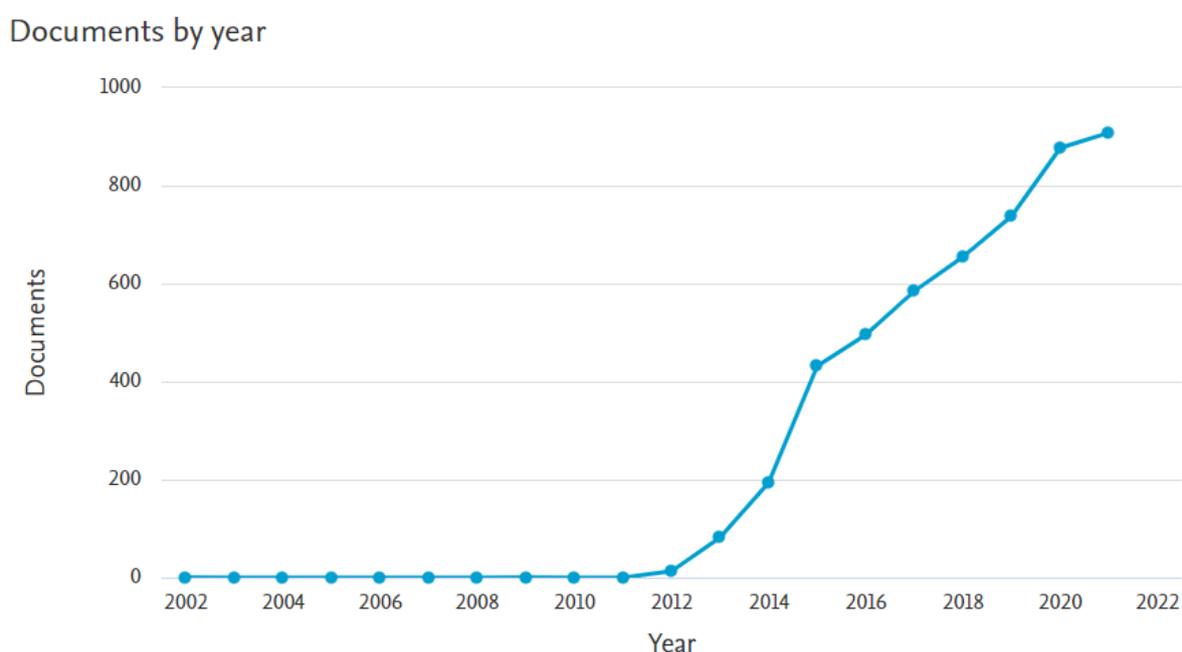


Figura 2. Documentación en la base de datos de Scopus asociada con Flipped Classroom - Documentos asociados entre 2002 y 2021



Es posible que la situación de pandemia ocasionada por la Covid-19 entre los años 2020 y 2022 influyera en el número creciente de estudios, pues la situación forzosa de trabajo en remoto de los profesorado y alumnos ha supuesto una potenciación de la búsqueda de nuevas metodologías y uso de las TIC (Tecnologías de la información y la comunicación).

Además, existen diferentes opiniones en la comunidad educativa en cuanto a la definición o no como metodología de FC. Publicaciones como la de Parra Giménez (Parra-Giménez y Gutiérrez-Portán, 2017) lo clasifican como un recurso educativo, mientras que los mismos Bergmann y Sams (Bergmann et al., 2017) lo definen como metodología.

En el contexto de este documento, se tratará como metodología por entender que se trata de un conjunto de prácticas con las que se pretende establecer una evolución de la enseñanza clásica en busca de una mejora en el aprendizaje de los alumnos, modificando sustancialmente los métodos más tradicionales.

Como se ha adelantado en la introducción, la metodología FC se basa en la adquisición de conocimientos previos por parte de los alumnos mediante contenidos preparados previamente con los que trabajarán en casa, para después aprovechar el tiempo de clase en realización de ejercicios, resolución de dudas, etc.

Este proceso permite al docente maximizar el tiempo de dedicación a cada alumno en la clase, consiguiendo una individualización de la atención y mayor aprovechamiento del tiempo por parte de los alumnos.

En la siguiente figura se plantea un esquema completo de la metodología, identificando los pasos a realizar por parte del docente a la hora de implantar este sistema en su clase.

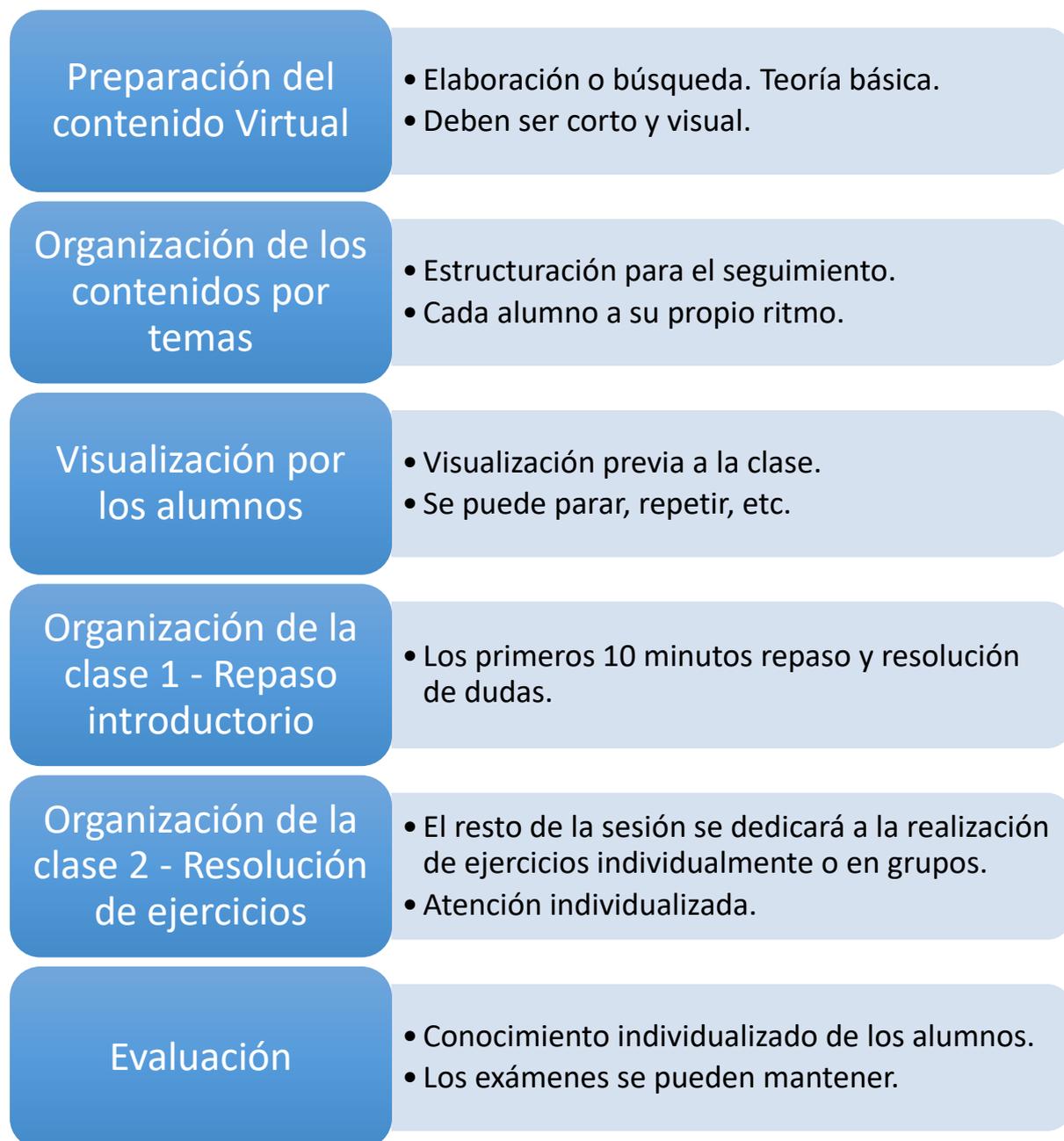


Figura 3. Esquema de la metodología Flipped Classroom

A continuación, se describe cada una de las etapas definidas:

2.2.1 Preparación del contenido virtual

El primer paso para la implantación de la metodología FC consiste en disponer de una serie de contenidos virtuales de calidad, enfocados a la adquisición de los alumnos de los conocimientos más básicos, evitando la tarea del docente de tener que explicar estos conceptos en clase.



Existen multitud de herramientas que se pueden utilizar para crear contenidos que sirvan al propósito de introducir la teoría de las diferentes asignaturas. En general, la más utilizada es el video (en forma de videotutorial).

Para la creación de estos vídeos, manteniendo una cierta calidad, es necesario un mínimo equipo (ordenador, cámara, micrófono y software específico, al menos) y un conocimiento que puede resultar costoso para aquellos docentes que no estén formados en recursos TIC.

Sin embargo, existen algunas aplicaciones sencillas que integran diferentes herramientas enfocadas a la creación autónoma de video, que son de uso gratuito por parte de los docentes (en general todas las aplicaciones tienen una versión más potente de pago, aunque también cuentan con versiones gratuitas menos potentes, pero suficientemente prácticas). Una de las de uso más extendido es Explain Everything (<https://explaineverything.com/>).

El objeto de este trabajo no es definir las bases para la creación de video, que de por sí podría ser contenido de un curso completo, sin embargo, como indicación general las principales características que tiene que cumplir un video didáctico son las siguientes (Cabaleiro Alén, 2016):



Figura 4. Características principales para un videotutorial



Siguiendo estas directrices y con los medios adecuados, resulta relativamente sencillo crear videotutoriales enfocados a preparar las clases por parte del alumnado.

Por supuesto, no es necesario que todos los contenidos sean preparados por el mismo docente. En la sociedad del conocimiento actual, existe una gran cantidad de materiales online de uso gratuito que pueden ser muy útiles a la hora de elaborar un listado de referencias de consulta.

Algunas de las fuentes de información que podemos destacar serían las siguientes:

- YouTube. La plataforma de difusión de videos por excelencia, dispone de multitud de canales pedagógicos con contenido específicos de cualquier asignatura. Por ejemplo: *Susi Profe*, *Profe Álex*, *Julio Profe*, *Unicoos*, *Math2me*, etc. (Silió, 2021).
- Educatube. Web de libre acceso especializada en videos educativos y didácticos, agrupados por asignaturas y áreas temáticas y enfocada a etapas desde primaria hasta bachillerato. <https://educatube.org/>
- Vimeo. Web especializada en contenidos creativos. Repositorio de videos online.
- Otras plataformas de video: Por ejemplo Dailymotion, Maker Studios, Flickr o Viddler.
- Repositorios de podcast, con algunos aplicados a la enseñanza de asignaturas.
- Infografías.

La creación de contenidos avanza rápido, y es probable que a corto plazo emerjan nuevas herramientas capaces de desplazar a las mencionada.

2.2.2 Organización de los contenidos por temas

Para que los alumnos tengan un fácil acceso a la organización de los contenidos de las asignaturas, es útil contar con una plataforma o página web que nos permita agrupar y organizar estos contenidos, mostrando los enlaces o vídeos por días, lecciones o temas y permitiendo que los alumnos tengan acceso a ellos desde cualquier dispositivo.



Algunas de las herramientas más habituales para que los alumnos tengas acceso a los temas son:

- Google Classroom. Plataforma para comunicarse con los alumnos, que permite dar avisos, plantear actividades, etc. (Suanse y Yuenyong, 2021)
- Moodle. Gestor de clases gratuito, en el que se pueden añadir contenidos, etc.
- Plataformas de desarrollo web. Existen en la actualidad numerosas herramientas online de desarrollo de páginas web, que permiten a un usuario sin conocimientos de programación disponer de una página propia autogestionada vistosa y con contenidos adaptados a sus necesidades. Estas páginas web gestionadas por el docente son muy útiles para organizar contenidos, y su curva de aprendizaje suele ser rápida. Por mencionar algunas de estas plataformas, serían WordPress, Wix, Webnode, etc.

Con cualquiera de estas herramientas, el docente se asegura de que la clase puede acceder de manera sencilla y organizada a los contenidos, propuestos durante el curso, siendo posible también incluir ejercicios para la realización en clase, etc.

El objetivo de este repositorio es que los alumnos conozcan en todo momento que lecciones corresponden al tema, cuales han visto ya y cuál es la que se trabajará en la siguiente clase, para de esta manera poder preparar los contenidos y aprovechar las clases.

Una de las herramientas digitales mejor valoradas de entre todas las analizadas, tanto para la gestión de los contenidos como para el control de los vídeos visualizados por los alumnos, ha sido Edpuzzle (<https://edpuzzle.com/>). Esta plataforma es especialmente útil porque, además de la funcionalidad habitual de la organización de contenidos, permite conocer por el profesor cuantas visualizaciones han realizado sus alumnos del video, datos sobre los puntos más conflictivos e incluso permite intercalar preguntas durante el video para evaluar la comprensión del mismo.



*Video de Gorka Badiola Etxaburu en plataforma Edpuzzle

Figura 5. Imagen de ejemplo de un vídeo con preguntas intercaladas en la plataforma Edpuzzle

2.2.3 Trabajo en casa - Visualización por los alumnos

Una de las principales novedades de la metodología FC radica en el traslado de la responsabilidad a los alumnos de llevar al día su aprendizaje mediante la visualización de los contenidos en casa. En general, los alumnos tendrán una previsión en la plataforma de los contenidos a visualizar y su tarea a realizar en casa consistirá básicamente en la visualización y comprensión de estos vídeos.

Además, la existencia de un repositorio organizado de los contenidos invitará a los alumnos más hábiles a avanzar más en el contenido de la materia, a la vez que permitirá a los que necesitan trabajar o repasar más avanzar a su propio ritmo. En este último sentido, es muy útil la presentación de los contenidos mediante videos que pueden parar y/o repetir tantas veces como sea necesario hasta que comprendan el contenido.

De esta manera, se soluciona uno de los principales problemas de la metodología tradicional, consistente en la dificultad de trabajar en clase a las distintas velocidades que necesariamente demandará una clase heterogénea de alumnos (como se encuentra en general en la enseñanza obligatoria).



2.2.4 Organización de la clase 1 - Repaso introductorio

Una vez que se dispone de unos buenos contenidos organizados y todos los alumnos han visualizado los principios básicos que se van a trabajar, llega el momento de planificar las clases.

Pese a que el fundamento de la metodología parte de la base de que el trabajo en clase sea práctico e individual, se reserva los primeros minutos de las clases a trabajar en común aquellas dudas que puedan haber surgido a los alumnos a la hora de comprender los contenidos visualizados en su casa.

De esta manera, pueden resolverse las dudas generales al inicio, realizar un pequeño repaso de calentamiento y preparar a los alumnos para el resto del tiempo de trabajo. Además, permitirá al docente identificar carencias en los materiales propuestos, conceptos que no queden claros, etc. de cara a una revisión de los contenidos.

La finalidad de este repaso no debe ser la de presentar los contenidos tal y como se haría en una clase tradicional, si no la de enumerar los conceptos a utilizar durante la práctica para que los alumnos se sitúen.

2.2.5 Organización de la clase 2 - Resolución de ejercicios

Una vez enumerados los contenidos teóricos que se van a trabajar durante la clase, llega el momento de que los alumnos practiquen. Para ello, el docente tendrá prevista una batería de ejercicios relacionados con la teoría y ordenados en secciones, de tal manera que a cada video le correspondan los ejercicios necesarios para que se fijen los conceptos.

Para el desarrollo de este trabajo en clase, se pueden establecer diferentes configuraciones:

- Trabajo individual. Es el que se da más prioridad por la mayoría de los autores. En este planteamiento cada alumno es responsable de su propio avance en la materia. Aunque pueda comentar aspectos con los compañeros, la tarea a realizar será individual.
- Trabajo cooperativo. El trabajo cooperativo en sí podría ser objeto de otro estudio de detalle. Este se define ampliamente como herramienta metodológica



que basa en la interacción entre los alumnos la potenciación de su aprendizaje (Zariquiey Biondi y Flecha, 2019). El desarrollo de esta metodología plantea la división de la clase en grupos de trabajo formados por diferentes alumnos con diferentes ritmos de aprendizaje, de manera que los más avanzados pueden ayudar a aquellos que tienen más dificultades, y de esta manera reforzar los contenidos mutuamente y realizando un aprendizaje común. Existe poca bibliografía resultante de la combinación de las metodologías de aprendizaje cooperativo y FC, por los que sería una vía de investigación interesante a aplicar en el futuro.

En todo momento, el papel del docente en la clase debe ser de dinamizador del trabajo y de resolución de dudas.

Una de las principales ventajas de esta metodología se basa en que el docente puede dedicar el tiempo que antes ocupaba en dar la explicación teórica a resolver las dudas de cada alumno de manera individualizada, invirtiendo más tiempo en aquellos alumnos que necesiten una mayor atención. De esta forma, el profesor es capaz de atender la diversidad de la clase de manera más eficiente, potenciando el aprendizaje de todos los alumnos.

2.2.6 Evaluación

Una vez desarrolladas las claves de la metodología FC, la pregunta que cabría mencionar sería: ¿existe alguna diferencia a la hora de evaluar el aprendizaje de los alumnos en la metodología FC? La respuesta, como en muchas otras ocasiones sería: depende.

La metodología descrita permite al profesor un seguimiento más individualizado del trabajo de los alumnos, ya que dedicará mucho tiempo en las clases a observar el trabajo de cada alumno, resolver dudas de manera individual, charlar con ellos y conocer sus preocupaciones, etc. En resumen, con el FC el profesor puede conocer más de cerca los progresos del aprendizaje de cada alumno y, por tanto, será capaz de evaluarlos de manera más ajustada.



Esto no exime necesariamente de la realización de las pruebas escritas tradicionales (exámenes, test, controles, etc.), que se siguen mostrando tan útiles para evaluar el conocimiento adquirido por los alumnos.

Además, Bergman y Sams (Bergmann et al., 2017) afirman que con la aplicación de FC son capaces de evaluar el aprendizaje de cada alumno de formas diversas, como por ejemplo con la realización de exposiciones orales, creación de contenidos virtuales (por ejemplo juegos gráficos), realización de trabajos escritos o realización de experimentos en el aula. Con estos métodos, estos autores registraron un aumento generalizado de las calificaciones de los alumnos, ya que también la evaluación se adapta a sus capacidades.

En conclusión, la aplicación de esta metodología no supone necesariamente un avance sustancial en las técnicas de evaluación del aprendizaje, aunque sí permite al docente tener un conocimiento más profundo de las capacidades de cada alumno.

2.3 Comparativa entre la didáctica tradicional y el Flipped Classroom

En mayor o menor medida, puede parecer discutible que se considera una clase de didáctica tradicional. Es innegable que cada docente, dentro de su experiencia previa y formación y conocimiento adquirido, evoluciona en su sistema de enseñanza a lo largo de su vida laboral.

Sin embargo, las características comunes que se atribuyen a la metodología tradicional se pueden resumir como las siguientes:

- Es el docente el que explica el contenido teórico en clase, directamente con explicaciones magistrales en la pizarra o ayudándose de materiales, comentarios de los alumnos, etc.
- Durante esta explicación los alumnos deben tomar notas o apuntes en el cuaderno, participando solamente cuando el profesor lo pida e intentando comprender los conceptos (eso es, manteniendo la atención en la explicación).
- Una vez resuelto el tema teórico, se proponen ejercicios que los alumnos deben resolver en un tiempo muy corto en la clase, o bien se mandan ejercicios para resolver en casa.



- Los alumnos realizan el trabajo en casa, consultando los materiales teóricos o a alguien que les sirva de apoyo (en ocasiones con profesores particulares).
- Las clases no solo van enfocadas a teoría, pueden existir algunas que sirvan para hacer ejercicios de manera común, repaso, etc. pero suelen ocupar un porcentaje bajo en el total de tiempo dedicado a la materia.

Una vez descritas ambas las metodologías, es posible establecer una comparación entre ellas. En la siguiente tabla se presentan los distintos elementos de comparación. (Sánchez-Rivas et al., 2019)

Tabla 1. Comparativa entre la metodología tradicional y el Flipped Classroom

Estrategia metodológica	Metodología Tradicional	Flipped Classroom
Estudio teórico de la materia	El profesor realiza una clase magistral exponiendo la teoría a los alumnos, que no participan	La teoría se visualiza previamente por parte de los alumnos como contenido digital
Presentación de ejercicios	El docente realiza una explicación previa a partir de la teoría y realiza algunos ejercicios de ejemplo	Las tareas se encuentran escritas en el repositorio de ejercicios
Ejercicios y trabajos colaborativos	Se realizan fuera del horario lectivo con el apoyo de otras personas o compañeros	Se realizan en clase, trabajando por grupos y con ayuda del docente que sirve de guía
Exposición de proyectos	Cada equipo realiza la exposición de manera presencial en el aula	La exposición del proyecto se graba y se presenta como video en la plataforma
Debates o discusiones guiadas	Se plantea el tema y se debate en clase	Se plantea el tema y se debate a través de foros o plataformas



2.4 Beneficios e inconvenientes documentados de Flipped Classroom

2.4.1 Beneficios de Flipped Classroom

Existen numerosas ventajas atribuidas a este método de enseñanza en las distintas publicaciones consultadas.

Entre ellas, es posible enumerar las siguientes:

2.4.1.1 Aumento del tiempo en la realización de actividades prácticas

Una de las bases principales de la metodología FC consiste en reducir el tiempo de impartir de la teoría en clase en favor de la realización de ejercicios prácticos, con la guía del profesor. Por tanto, esto se traduce necesariamente en un aumento del aprendizaje activo realizado por el alumno (Amstelveen, 2019; Belmonte et al., 2019; Clark y Kaw, 2020; Gordijn et al., 2017; Heuett, 2017; Steen-Utheim y Foldnes, 2018).

Además, este aumento del tiempo en clase liberado de la teoría resulta favorecedor para la aplicación de otras metodologías de aprendizaje como: Aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje por investigación, etc.

2.4.1.2 Aumento de la motivación y la capacidad de autogestión de los alumnos

La individualización de la relación alumno-docente, y por tanto el aumento de la interacción, y el dominio y responsabilización del propio ritmo de aprendizaje que propone la metodología FC supone, según estudios prácticos realizados, un aumento de la motivación y la autoconfianza de los alumnos (Fornons y Palau, 2021; Fredriksen et al., 2017; Karampa y Paraskeva, 2018; Novak et al., 2017; Steen-Utheim y Foldnes, 2018; Sun et al., 2018). Los mismos alumnos también tienen, en su mayoría, un percepción positiva de la metodología (Sánchez-Rivas et al., 2019).

Además del aumento de la motivación, esta metodología se traduce en un aumento de la capacidad de autogestión (siempre que todos los contenidos de las diferentes unidades estén disponibles para que cada alumno asuma su propio ritmo de avance en los contenidos). El otorgar a los alumnos la responsabilidad de su aprendizaje supone una mayor implicación por su parte, asumiendo que deben controlar los conceptos previos para avanzar en los siguientes.



2.4.1.3 Permite fomentar la atención a la diversidad

En la línea de lo comentado en el punto anterior, el hecho de que los alumnos puedan adecuar el ritmo de las explicaciones a sus propias necesidades hace que el FC permita una mejora en la atención individualizada a los alumnos, y por tanto incrementa la capacidad de gestión de la diversidad del alumnado de la clase. (McDonald y Smith, 2013; Miragall y García-Soriano, 2016; Tourón y Santiago, 2015).

Además, el aumento del tiempo de dedicación que el docente puede utilizar para cada alumno y, por tanto, la potenciación de la relación entre el profesorado y los estudiantes incrementa la atención a las diferentes necesidades de todos los alumnos.

Como cabría esperar, este aumento del tiempo de dedicación docente-alumnado debe traducirse en una mejor atención de los Alumnos con Necesidad Específica de Apoyo Educativo (en adelante ACNEAE). No se han encontrado estudios específicos sobre las mejoras asociadas al uso de FC y su uso con este alumnado.

2.4.1.4 Relación entre mejora de los resultados académicos y la metodología

Existen numerosas investigaciones centradas en realizar comparaciones entre los resultados obtenidos en diferentes pruebas académicas entre alumnos que han utilizado metodología tradicional y FC.

Los resultados obtenidos son dispares en función del área de conocimiento y el estudio. Existe una amplia bibliografía en estudios relacionados con medicina y enfermería para los cuales la conclusión principal es que mediante el FC se mejora en rendimiento académico (Betihavas et al., 2016; Fornons y Palau, 2021; HEW y LO, 2018; Tan et al., 2017; Ward et al., 2018). En cambio existen otros estudios donde los resultados o bien no son concluyentes o bien no muestran diferencias apreciables entre ambas metodologías (Chen et al., 2017; Evans et al., 2019; Fornons y Palau, 2021; Gillette et al., 2018; Kraut et al., 2019; Vanka et al., 2020).

En general, para áreas del conocimiento más amplias y ampliadas a todas las etapas educativas, existe cierta tendencia general en admitir la premisa de que el FC aumenta el rendimiento académico de los alumnos respecto a la metodología tradicional (Akçayır y Akçayır, 2018; Fornons y Palau, 2021; HEW y LO, 2018; Lucena et al.,



2019; Shi et al., 2020; Strelan et al., 2020; van Alten et al., 2019; Zainuddin et al., 2019).

En varios de estos estudios se analizan diferentes agrupaciones de experiencias prácticas llevadas a cabo diferenciando grupos con metodología tradicional (Grupo control, GC) y metodología FC (Grupo experimental, GE). A modo de ejemplo, los resultados obtenidos por en estudio de Lucena et al. son los siguientes:

Tabla 2. Efecto de los estudios estudiados por el artículo: Influencia del aula invertida en el rendimiento académico (Lucena et al., 2019)

Estudio	Materia	Muestra	País	Diseño	Instrumento	Duración	Efecto
Wilcox (2014)	Idiomas	35	EEUU	GC O ₁ – O ₂ GE O ₁ X O ₂	Cuestionario	26	N
Mattis (2015)	Enfermería	48	EEUU	GC O ₁ – O ₂ GE O ₁ X O ₂	Test	26	GE
Mortensen y Nicholson (2016)	CC. Animales	303	EEUU	GC O ₁ – O ₂ GE O ₁ X O ₂	Test	15	GE
Ryan y Reid (2015)	Química	323	EEUU	3 GC O ₁ – O ₂ 3 GE O ₁ X O ₂	Test	26	GE
Cohen et al. (2016)	Ad. Empresas/ Educación	341	EEUU	2 GC O ₁ – O ₂ 2 GE O ₁ X O ₂	Cuestionario	78/ 52	GE
Mannella (2016)	Biología	40	EEUU	GC – O ₂ GE X O ₂	Test	26	N
Porcari et al. (2016)	Medicina	78	Australia	2 GC O ₁ – O ₂ 2 GE O ₁ X O ₂	Test	26	GE
Sengel (2016)	Física	96	Turquía	GC O ₁ – O ₂ GE O ₁ X O ₂	Test	12	GE
Karaoglan et al. (2017)	Computación	119	Turquía	GC O ₁ – O ₂ GE O ₁ X O ₂	Cuestionario	52	GE
Aşiksoy y Ozdamli (2017)	Física	94	Chipre	R GC O ₁ – O ₂ R GE O ₁ X O ₂	Test	10	GE
Boevé et al. (2017)	Estadística	500	Países Bajos	GC – O ₂ GE X O ₂	Test	26	GC
Crimmins y Midkiff (2017)	Química	766	EEUU	GC – O ₂ GE X O ₂	Test	52	GE
Estréñana et al. (2017)	Computación	493	España	3 GC – O ₂ 3 GE X O ₂	Test	52	GE
Thai et al. (2017)	Ciencias	100	Vietnam	R 1 GC O ₁ – O ₂ R 3 GE O ₁ X O ₂	Test	6	GE
Tsai et al. (2017)	Computación	86	Taiwán	GC – O ₂ GE X O ₂	Test	26	N

*Nota: duración en semanas. R=aleatorización, O=test, X=tratamiento, N=No efecto. Fuente: Lucena et al, 2019.



2.4.2 Puntos a tener en cuenta para la implantación de Flipped Classroom

Además de los aspectos positivos mencionados de FC, también existen ciertas contrapartidas relacionadas con la implantación de esta metodología, y que es necesario tener en cuenta.

A continuación, se enumeran y detallan.

2.4.2.1 *Necesidad de formación del profesorado y alumnos*

Uno de los principales inconvenientes asociados a la implantación de la metodología FC es la necesidad de que el profesorado conozca y se desenvuelva con soltura en los recursos TIC (Tecnologías de la Información y la comunicación) necesarios para la creación, organización y evaluación de recursos en línea. (Chen et al., 2017; Martín Rodríguez et al., 2016; Padilla-Hernández et al., 2020; Souto-Seijo et al., 2020).

Si bien es cierto, como se ha comentado anteriormente, que existen multitud de recursos en línea y creadores dispuestos a compartir su contenido con la comunidad educativa de forma abierta y gratuita, es probable que estos contenidos no se adapten completamente a la manera de dar clase de cada docente: del ritmo que se quiere mantener, los contenidos, el volumen de ejercicios, etc.

Por tanto, la cantidad de tiempo y esfuerzo (cuando no, la formación) que supone la creación de la librería de contenidos digital es, de facto, la principal dificultad que se presenta ante la implantación de metodología.

Aunque los conocimientos que necesita el alumnado no pueden compararse a los que son demandados al profesorado, también la clase necesita cierto grado de adaptación y de conocimiento de las plataformas donde se organizan los contenidos para empezar a trabajar.

2.4.2.2 *Equipamiento necesario*

Asociado a la posible falta de formación del profesorado, se encuentra que también es necesario un equipamiento para la implantación de FC, tanto por parte del docente (que necesitará un ordenador, una cámara, micrófono, software específico, etc.) como por parte del alumnado (móvil, pc o tableta, generalmente) para el acceso a los contenidos.



Estos medios no están al alcance de todos los centros ni de todos los alumnos, y por ello será necesario evaluar ventajas y costes de la implantación de este sistema.

2.4.2.3 Poca experiencia en diferentes áreas del conocimiento

Como se ha introducido en este texto, el FC es una metodología que podría considerarse joven (aunque en auge), por lo que es previsible que se realicen tanto innovaciones en este campo (desarrollo de software, materiales, recursos online, etc.) como diferentes estudios experimentales (aplicaciones a los alumnos con necesidades especiales, etc.) que faciliten la implantación de la metodología en las aulas.

A la espera de estos avances y de la progresiva introducción de los recursos TIC en los centros, aún existen algunas dificultades patentes en la generalización del uso de FC.

En resumen, el sumario de las principales ventajas y los puntos a tener en cuenta para la implantación de la metodología serían los siguiente:

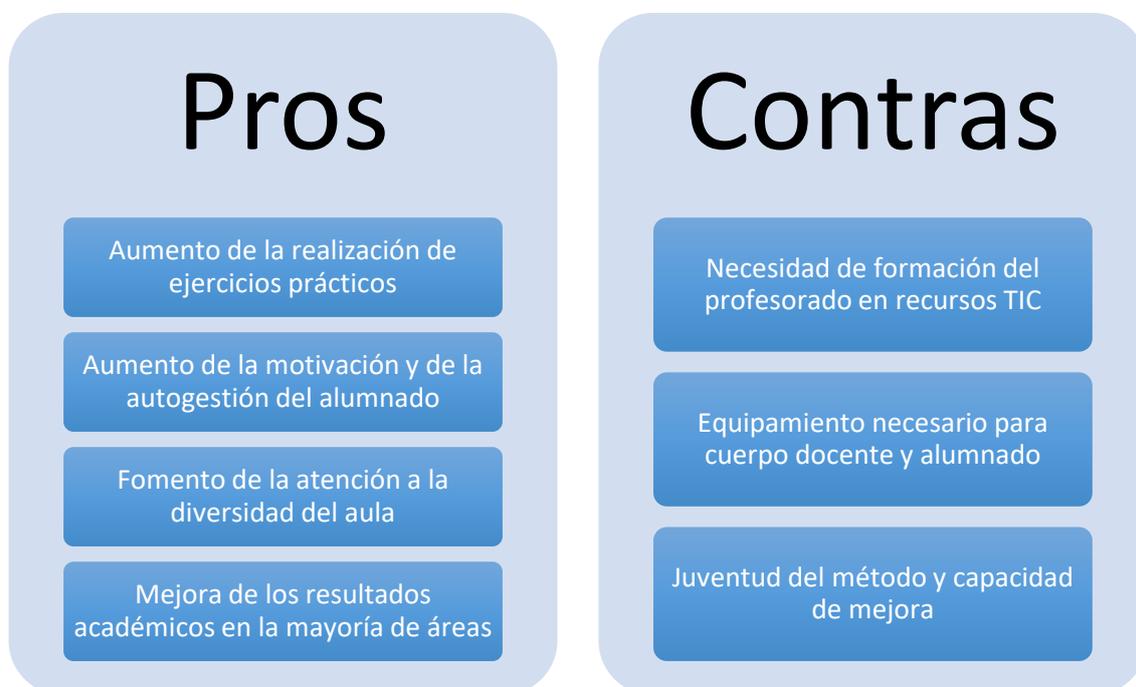


Figura 6. Resumen de pros y contras documentados de la metodología FC



2.5 Flipped Classroom y la asignatura de matemáticas

Una vez que se ha descrito y documentado la metodología FC, se ha realizado una búsqueda específica de los estudios que relacionan el método con la enseñanza de las matemáticas.

Una primera búsqueda en la base de datos Scopus de los contenidos con las palabras “Flipped Classroom” y “mathematics”, muestra que existe un número limitado de estudios que analizan el uso de esta metodología en el área de matemáticas:

Documents by year

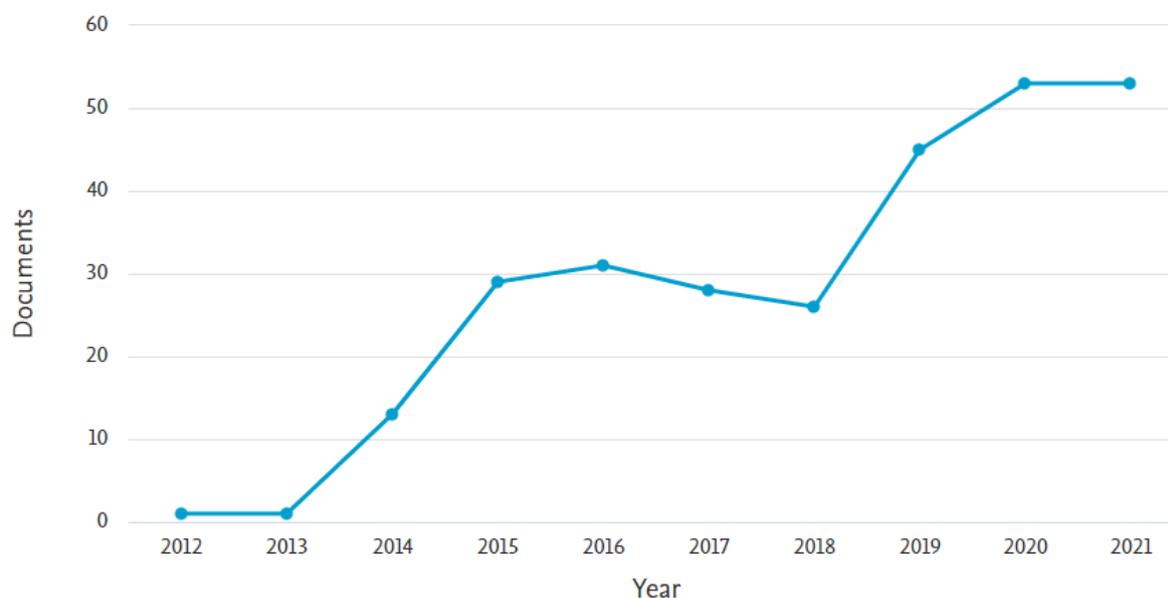


Figura 7. Documentación en la base de datos de Scopus asociada con Flipped Classroom y las matemáticas (mathematics) - Documentos asociados entre 2012 y 2021

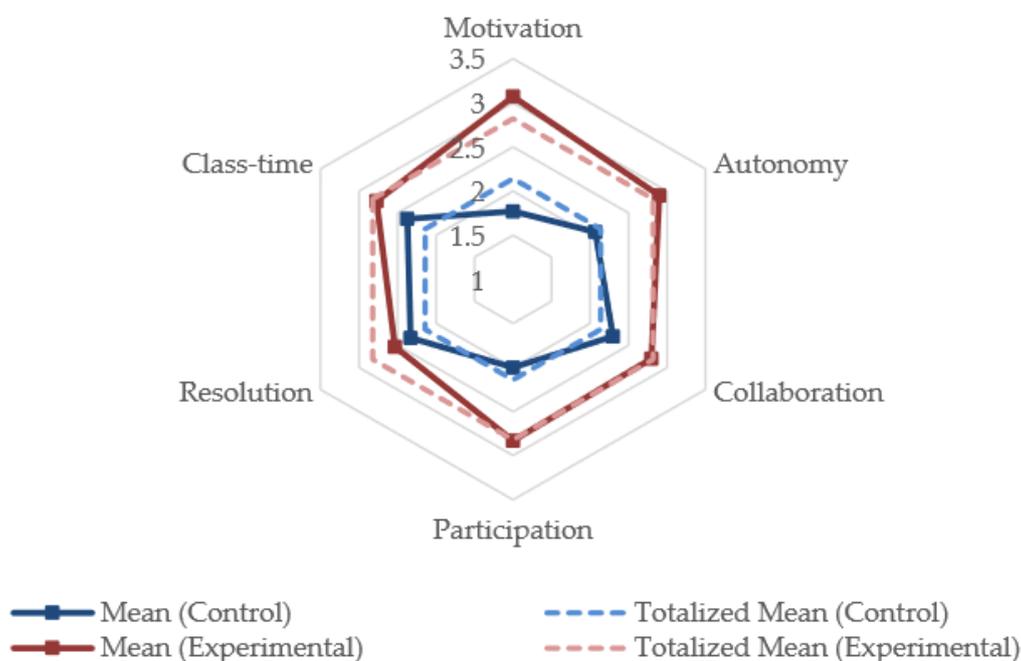
Como se observa en la curva obtenida, la tendencia también es creciente en los estudios relacionados con las matemáticas, especialmente para los años 2020 y 2021, aunque no existe un número muy elevado de experiencias prácticas. Aun así, sí que se puede extraer una serie de resultados interesantes sobre esta metodología.

A continuación, se detallan los aspectos más relevantes obtenidos de los estudios analizados en relación con Flipped Classroom y matemáticas.

2.5.1 Las matemáticas y el Flipped Classroom

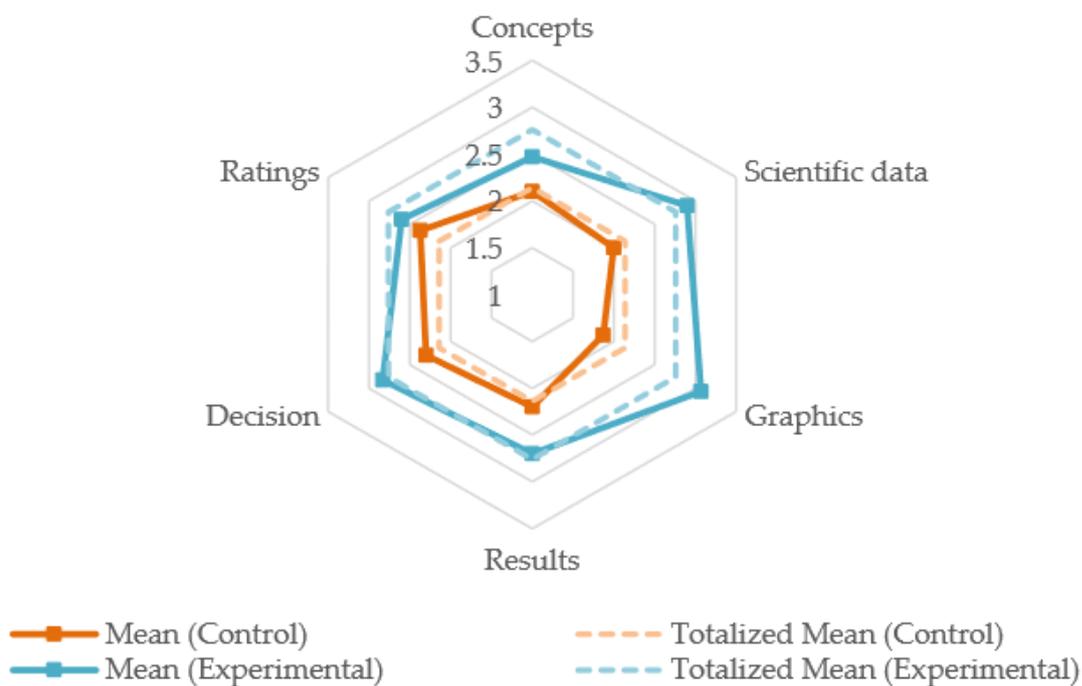
En primer lugar, se ha realizado una evaluación de los resultados obtenidos en estudios de investigación sobre la aplicación práctica de las matemáticas. Parece obvio que, para la evaluación de la utilidad de una nueva metodología y la idoneidad de su implantación, uno de los pilares fundamentales será que suponga una mejora en el aprendizaje del alumnado. Esta mejora puede reflejarse en cualquiera de las diversas características que conforman el aprendizaje como concepto global: rendimiento académico, motivación intrínseca o extrínseca, mejoras en la adquisición de competencias, aprovechamiento del tiempo, etc.

En este sentido, los estudios consultados que atienden específicamente a la competencia matemática reflejan una mejora generalizada en el alumnado, tanto de dimensión actitudinal como de las competencias matemáticas. (Akçayır y Akçayır, 2018; Belmonte et al., 2019; Bond, 2020; Cruz Pichardo y Puentes Puente, 2012; Fornons y Palau, 2021; Gouia y Gunn, 2016; Ligouras y Impedovo, 2015; Lopes y Soares, 2018; Maciejewski, 2016; Strelan et al., 2020; van Alten et al., 2019; Zainuddin et al., 2019)



Fuente: Formative transcendence of flipped learning in mathematics students of secondary education (Belmonte et al., 2019)

Figura 8. Comparación grupal de las competencias actitudinales entre metodología tradicional (grupo control) y Flipped Classroom (grupo experimental)



Fuente: Formative transcendence of flipped learning in mathematics students of secondary education (Belmonte et al., 2019)

Figura 9. Comparación grupal de las competencias matemáticas entre metodología tradicional (grupo control) y Flipped Classroom (grupo experimental)

Los estudios consultados comprenden todos los niveles de enseñanza de las matemáticas, tanto para educación secundaria como para niveles universitarios, e incluso para estudiantes del máster de formación del profesorado.

En todos los estudios analizados, los niveles de mejora cuantificables (resultados académicos) se situaban entre un 10 y un 30%, obteniendo los mejores resultados en las enseñanzas de mayor grado (Lopes y Soares, 2018).

Por supuesto, también se han localizado menciones a estudios que no han encontrado mejoras significativas en la aplicación de FC en la asignatura de matemáticas. (Maciejewski, 2016).

No obstante, no se han localizado en la bibliografía consultada experiencias que hayan resultado en una bajada de rendimiento de los grupos de estudio.



2.5.2 Opinión del alumnado sobre la aplicación del Flipped Classroom en la asignatura de matemáticas

Un aspecto importante a tener en cuenta sobre cualquier tipo de metodología sería dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿resulta atractiva para los alumnos? ¿Aumenta la motivación de estos ante el reto que supone aprender la materia? ¿resulta, además, atractiva para los profesores que la imparten? En resumen, que una metodología resulte atractiva para alumnos y docentes supone una mejora de la motivación y, por tanto, de la enseñanza.

En cuanto a la apreciación por parte del profesorado y los alumnos de estudios de formación de profesorado, una mayoría de los estudios consultados está de acuerdo es que es una metodología útil para la enseñanza de las matemáticas (Cid-Cid et al., 2018).

También para los alumnos resulta una metodología atractiva. (Belmonte et al., 2019; Cruz Pichardo y Puentes Puente, 2012; García y Agapito, 2017; Gouia y Gunn, 2016) Las generaciones que se encuentran actualmente en etapas escolares y universitarias pueden clasificarse de nativos digitales (nacieron ya en una sociedad digitalizada, donde el uso de los recursos interactivos y digitales comienza desde muy pequeños), y se entienden perfectamente en este entorno, por lo que tiene sentido adaptar el aprendizaje a su lenguaje.



3 Análisis Crítico

Una vez expuesto el marco teórico que presenta las bases de la metodología Flipped Classroom, este apartado pretende realizar un análisis profundo de la información expuesta.

3.1 Discusión de Flipped Classroom como método didáctico

Es innegable que el desarrollo de la tecnología digital se produce a gran velocidad en la actualidad, arrastrando a todos los ámbitos de la vida diaria laboral y personal, y por tanto la educación no puede ser ajena a estos cambios, en el más amplio de los sentidos.

La responsabilidad de la educación de las nuevas generaciones que recae sobre el profesorado debe ser el motor que promueva la búsqueda de nuevas metodologías y prácticas que deriven en una mejor preparación del alumnado para enfrentarse a los nuevos retos que les deparará el futuro. Por tanto, es necesario que los docentes sean conscientes de los cambios que se producen a su alrededor y sean capaces de analizarlos y aprovecharlos en su favor para dotar a las futuras generaciones de las mejores herramientas de las que sean capaces.

La metodología FC es reflejo de esta búsqueda de la innovación en favor del alumnado y del uso inteligente de las nuevas tecnologías aplicadas a la renovación de los métodos de aprendizaje, basada en la aplicación de la innovación en educación (siempre apoyada en métodos de investigación).

Sin embargo, no necesariamente toda aplicación de las nuevas tecnologías a la enseñanza tiene por qué suponer necesariamente una innovación, ni resultar en una mejora del aprendizaje de los alumnos. Por tanto, la pregunta a la que busca dar respuesta este documento es:

¿El uso de las nuevas tecnologías promovido por la metodología Flipped Classroom supone una mejora respecto de las metodologías tradicionales?



A la vista de los resultados obtenidos por las experiencias realizadas en base a esta metodología, debe ser una práctica a tener en cuenta a la hora de plantear la programación de una asignatura, ya que queda patente en las referencias bibliográficas analizadas que puede suponer una mejora tanto a nivel académico como actitudinal y motivacional en la mayoría de los casos de aplicación.

La siguiente pregunta derivada de esta afirmación sería:

¿Es el Flipped Classroom una metodología aplicable a todas las áreas y niveles con buenos resultados?

En este caso, la respuesta ya no es tan clara, a la vista de los resultados. Según el marco teórico desarrollado, aunque la metodología FC aparentemente induce una mejora generalizada de los resultados académicos, existen algunos estudios que no certifican estos resultados para todas las áreas de conocimiento ni en todos los niveles.

Por tanto, no es posible dar por hecho que el FC sea igual de aconsejable a la hora de plantearse un cambio de metodología en todas las asignaturas. Entonces, ¿cuáles serían los factores a tener en cuenta para tener en consideración la aplicación de FC como metodología?

- El nivel educativo.

Inicialmente, es obvio que el uso de FC supone un cierto nivel de conocimiento y de autogestión por parte del alumnado. Es necesario que tengan la madurez suficiente como para tener cierto control sobre los recursos online, sean capaces de acceder y seleccionar los contenidos o puedan llevar un cierto seguimiento de los contenidos. Entonces, ¿Cuál será la etapa ideal para conseguir que funcione la metodología? No hay una respuesta clara a esta pregunta, dependerá de las capacidades que el equipo docente identifique en sus alumnos a la hora de ponerlo en práctica.

Parece claro, que esta línea a partir de la cual sería posible implementar el FC estaría en algún punto entre los cursos de 2^o o 3^{er} ciclo de educación primaria



(entre los 8 y los 12 años). Se han incluido en el marco teórico algunas referencias a experiencias en este periodo, si bien son muy poco numerosas, no siendo posible establecer un resultado claro a esta pregunta.

En cualquier caso, niveles por encima de los 12 años de edad (Educación secundaria, bachillerato y cualquier nivel universitario) son susceptibles de una valoración para la implantación de esta metodología.

¿En qué rango de edades sería más adecuado el uso de esta metodología? De nuevo según la documentación, aparentemente cuanto mayor es el nivel se han obtenido mayores porcentajes de mejora en los resultados académicos, aunque en ningún caso se pretende encorsetar una edad idónea para el uso de FC.

- El área de conocimiento.

Indiscutiblemente, existen metodologías que se adaptan en mayor o menor medida a diferentes áreas del conocimiento, ya que cada área y asignatura dentro de ella tiene unas características diferentes que trabajan una serie de competencias que pueden ser compartidas o no entre ellas.

Como pequeño resumen de las áreas del conocimiento reconocidas en la legislación actual española, se mencionan las siguientes:

Tabla 3. Áreas del conocimiento según el Real Decreto 415/2015, de 29 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1312/2007, de 5 de octubre, por el que se establece la acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios

Ciencias	Matemáticas
	Física
	Química
	Ciencias de la naturaleza
	Biología celular y molecular
Ciencias de la salud	Ciencias biomédicas
	Medicina clínica y especialidades clínicas
	Especialidades sanitarias
Ingeniería y arquitectura	Ingeniería química, de los materiales y del medio natural
	Ingeniería mecánica y de la navegación
	Ingeniería eléctrica y de telecomunicaciones
	Ingeniería informática
	Arquitectura, Ingeniería Civil, Construcción y Urbanismo



Ciencias sociales y jurídicas	Derecho
	Ciencias económicas y empresariales
	Ciencias de la educación
	Ciencias del comportamiento
	Ciencias sociales
Artes y humanidades	Historia y Filosofía
	Filología y Lingüística
	Historia del Arte y Expresión Artística

Parece lógico asumir que la metodología FC favorecerá más a aquellas asignaturas de marcado carácter técnico y de realización de ejercicios, por encima de las que se basan más la capacidad memorística y la aplicación de estos conocimientos, ya que uno de los objetivos principales de FC es maximizar el tiempo de trabajo y realización de ejercicios en clase, utilizando pequeñas porciones de contenido teórico.

Esta tendencia a incluir el FC en asignaturas de corte técnico se refleja en los estudios consultados, en su mayoría realizados en asignaturas que podrían englobarse en estos tipos. Como es lógico, también existirán dentro de las propias asignaturas ciertos contenidos que se presten más a este tipo de clase que otros.

No obstante, corresponde al criterio del equipo docente el evaluar la aplicación de la metodología en sus asignaturas, o en parte de ellas, si consideran que la clase puede beneficiarse de su aplicación.

Generalizando, podríamos concluir las áreas que se verían más favorecidas serían ciencias, ciencias de la salud e ingeniería y arquitectura.

Por tanto, en cuanto al caso de las matemáticas (englobada en el área de ciencias), formaría parte de aquellas asignaturas que se verían más favorecidas por la aplicación de FC. Una parte fundamental del aprendizaje de las matemáticas consiste en desarrollar las habilidades lo suficiente para realizar de manera autónoma ejercicios o “problemas” prácticos. La realización de estos ejercicios en clase, con la capacidad de preguntar dudas a los compañeros y profesores una vez resuelta la parte teórica en casa, derivaría en una mejora del aprendizaje, según se ha visto en las experiencias expuestas.



Además de los factores intrínsecos a la metodología, existen otra serie de factores externos que también deben ser tenidos en cuenta a la hora de plantearse la implantación de la metodología FC.

- El acceso de los alumnos a internet.

Para poder consultar los contenidos de las plataformas, buscar material, etc. el acceso a internet (tanto en casa como en el colegio) se convierte en una herramienta indispensable para la implantación de la metodología FC. Lamentablemente, en algunas zonas de España la conectividad sigue siendo limitada y también existen algunas familias que por sus condiciones personales (económicas, personales, laborales o de cualquier índole) no tienen acceso regular a internet.

Estos factores serán fundamentales para no discriminar a ningún alumno por la metodología aplicada.

- La posibilidad del uso de dispositivos en el aula.

Actualmente, es habitual que todo el alumnado de cualquier edad tenga acceso a un dispositivo electrónico (teléfono inteligente, tableta u ordenador generalmente) en el que visualizar los contenidos y llevar el seguimiento de los contenidos impartidos en clase.

Sin embargo, para alumnos menores de edad el acceso a estos medios durante las clases generalmente está restringido, ya que necesitan un permiso paterno para el uso de estos dispositivos durante las clases.

Además, muchos centros educativos prohíben expresamente el uso de dispositivos en clase para cuestiones no académicas, y en ocasiones es difícil controlar que el alumnado no los use para distraerse en lugar de para seguir y aprovechar la clase.

Será responsabilidad del equipo docente y de los responsables del centro dar solución a estas cuestiones para la realización de las clases.

- Acceso del docente al equipamiento.

De igual manera que los alumnos necesitan un dispositivo, el docente responsable debe tener un equipamiento a su disposición que le permita poner en práctica la metodología FC. Los medios mínimos ya se han comentado en la descripción de la metodología, pero es importante tener en cuenta que, si el



centro no tiene los medios para dar acceso a los recursos al profesorado, será difícil que este pueda llevar a cabo un buen trabajo de preparación para la clase invertida.

- Formación del alumnado en recursos TIC.

La formación del alumnado probablemente sea el obstáculo más sencillo de salvar, ya que en pocas sesiones serán capaces de aprender a consultar los contenidos, a manejar las plataformas, etc.

Actualmente niños adquieren competencias digitales desde que son muy pequeños, por lo que el aprendizaje de esta metodología resultaría sencillo en la mayoría de casos.

En cualquier caso, debe ser un factor a tener en cuenta.

- Formación del profesorado en recursos TIC.

Otro de los principales obstáculos existentes en la implantación de metodología FC sigue siendo la formación del profesorado, que debe adquirir las competencias digitales necesarias para la preparación y gestión de los recursos y materiales que son necesarios para la preparación de las clases, principalmente de la búsqueda o creación de vídeos u otros contenidos digitales.

A diferencia del alumnado, la mayoría de los profesores no forman parte de la generación de nativos digitales, y por tanto pueden tener dificultades a la hora de implantar una metodología que es exigente con las competencias digitales, especialmente aquellos que constan de una mayor experiencia (que pesará también en la resistencia al cambio de metodología, ya que tendrán muchos años de experiencia y de perfeccionamiento en la que hayan usado hasta ese momento).

No obstante, al igual que para el alumnado, existen multitud de herramientas formativas también para el profesorado tanto gratuitas como de pago, que pueden utilizarse para adquirir las competencias digitales necesarias e ir avanzando paso a paso en la implantación de la metodología.

Como resumen, los factores a tener en cuenta para la aplicación de la metodología FC serían los siguientes:

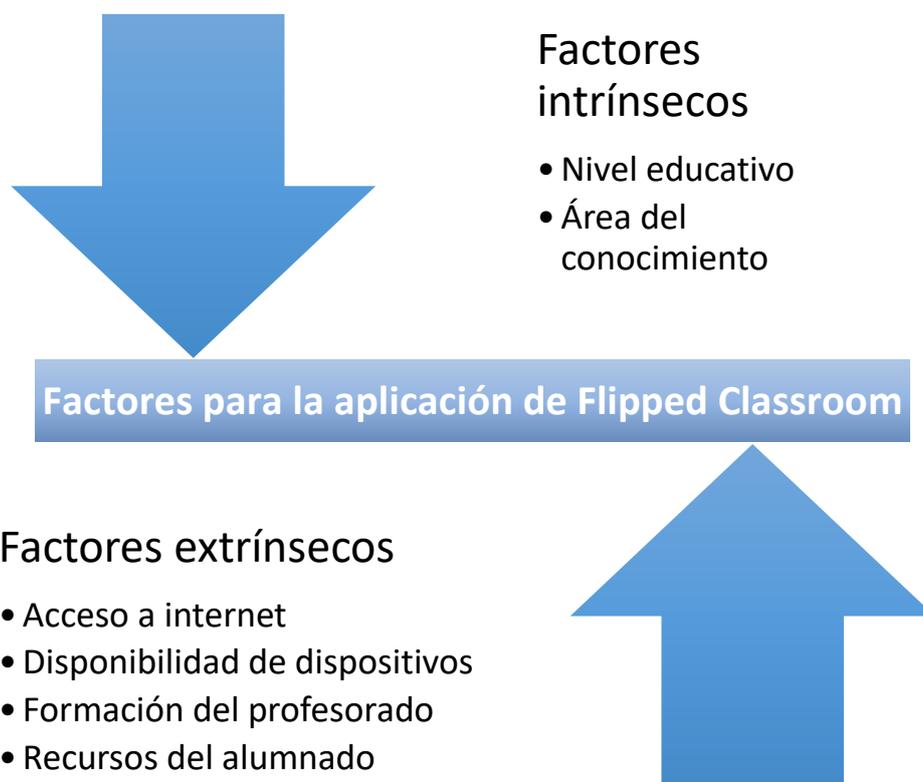


Figura 10. Factores a tener en cuenta para la aplicación de la metodología Flipped Classroom

3.2 Crítica a la metodología Flipped Classroom

Como cualquier práctica personal o profesional, también existen aspectos negativos o críticas que podrían aplicarse a la metodología FC.

Además de los inconvenientes que se han expuesto en el marco teórico, se resumen los siguientes aspectos negativos a la hora de plantear una metodología de aula invertida.

- El docente se convierte en “youtuber”.
Visiones más clásicas de la enseñanza pueden argumentar que en la utilización del FC, el profesorado se convierte en un productor de videos, perdiendo la esencia de transmisión de conocimiento en la cual se ha basado la educación los últimos siglos.



Si bien es cierto que el rol del profesor cambia necesariamente, dándole más protagonismo al alumno, esto no elimina la necesidad de la asistencia del docente para el aprendizaje del alumno.

Otra de las dificultades radica en que cada docente sea capaz de transmitir en vídeo los conocimientos que imparte en la clase.

- Supone un aumento del tiempo de preparación de las clases.

Como cualquier cambio o mejora a implementar en cualquier ámbito, dar el paso hacia la metodología FC supone un esfuerzo a realizar por parte del equipo docente.

Sin embargo, el esfuerzo de preparación inicial (alto si se necesita formación, adquisición de equipos, práctica de los nuevos métodos, etc.) tiene la recompensa de que el material y las técnicas preparadas pueden utilizarse en sucesivos cursos

- Tiene una necesidad de formación más allá de las clásicas para impartir clase. Para la mayoría de profesionales de la educación con dedicación a la enseñanza en la actualidad, la formación en recursos TIC y nuevas metodologías ha llegado, en su caso, a través de cursos o formación adicional adquirida posteriormente a la finalización de los estudios de docencia.

Obviamente, la metodología FC es muy joven y es actualmente cuando se está empezando a tener experiencias en estudios correspondientes a formación de profesorado.

Por tanto, la implantación de este tipo de metodologías necesita de unas habilidades que pueden ser costosas de adquirir para docentes con años de experiencia en métodos más tradicionales.

- Los alumnos tienen que asumir la responsabilidad de su propia educación. Al igual que el cambio del rol del docente supone un esfuerzo “extra” para este, los alumnos también necesitan adaptarse a la nueva situación. Donde antes su papel era, principalmente, atender e intentar comprender los conceptos en clase (es decir, el trabajo principal recae sobre el profesorado) y responsabilizarse del trabajo en casa, con la metodología FC cada alumno tiene que hacerse responsable de intentar comprender los conceptos en casa, y de realizar un buen trabajo en clase.

Esta nueva responsabilidad puede suponer un esfuerzo para algunos alumnos (en cursos de niveles bajos), que necesitarán asistencia.

Como resumen global, a lo largo del texto se han enumerado los siguientes aspectos negativos asociados con el FC:

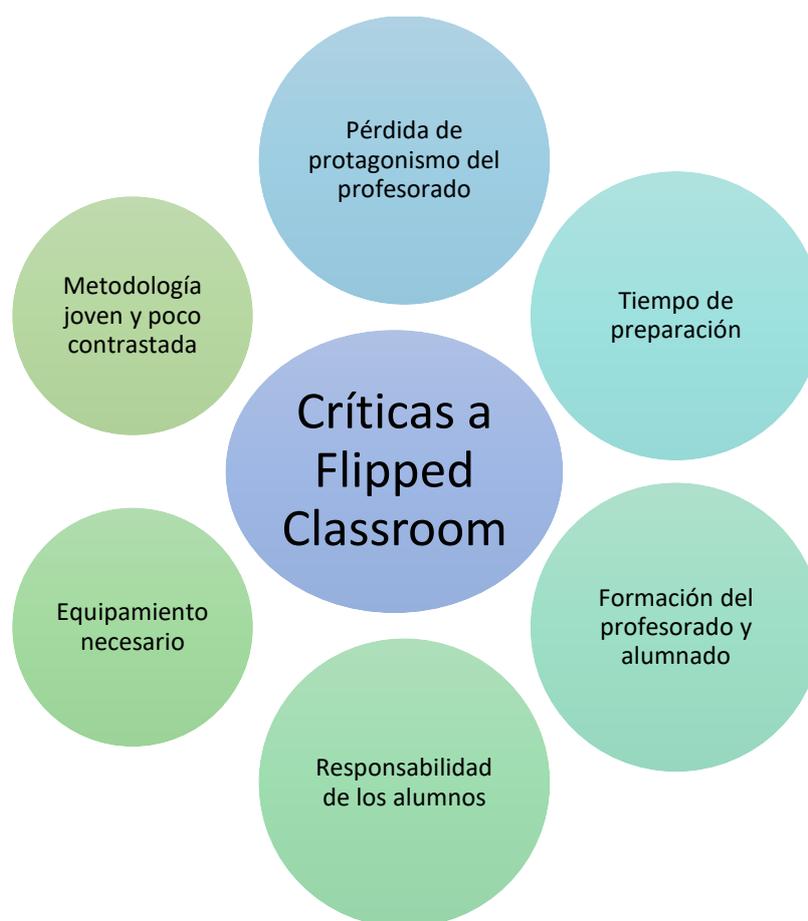


Figura 11. Resumen de la crítica a la metodología Flipped Classroom

En conclusión, cualquier metodología es una decisión del profesional de la enseñanza, que es el responsable último de elegir lo que resulta mejor para su clase.

3.3 Relación entre Flipped Classroom y las metodologías tradicionales

Una vez expuesta toda la información previa, cabría evaluar la posibilidad de la convivencia entre las metodologías tradicionales y el FC. ¿tendría sentido? En este caso, son tecnologías que utilizan los recursos de manera opuesta, y por tanto la convivencia simultánea dentro del aula no parece posible.



Sin embargo, cada contenido que compone las asignaturas es susceptible de aceptar ciertas metodologías más fácilmente que otras. Por tanto, podría componerse una estructura del curso con áreas temáticas en las que se utilice cada metodología en función de los puntos fuertes que aporte a la materia.

Además, aunque no se trate directamente de metodología FC, podemos utilizar la potencia de las herramientas que se utilizan para complementar metodologías más tradicionales. Por ejemplo, en contenidos que trabajen necesariamente la memorización, aunque se desarrollen con detalle de manera magistral los temas en clase, es posible crear unos videos-resumen en el repositorio de clase que sirvan a los alumnos de consulta en caso de dudas, los ayuden a estudiar y sirvan de material de apoyo para los casos prácticos, que sí podrían realizarse en clase.

En este ejemplo de aplicación, entre los muchos que podría haber, se pierde la esencia del FC (no podría considerarse como tal), pero la estructura creada sirve al propósito de la asignatura, aumentando la calidad de la enseñanza.

Otra posibilidad es que sean los propios alumnos los que creen los vídeos resumen. De esta manera les serviría para trabajar el contenido y como herramientas de repaso al final de los temas, además de resultar una actividad atractiva que fomente la motivación. Los vídeos de mayor calidad podrían utilizarse en experiencias futuras con metodología FC.

De igual manera, aun utilizando metodología FC, es probable que sea necesario realizar algunas explicaciones comunes de manera magistral por parte del profesorado, o repaso de conceptos de manera común.

Por tanto, aunque la clase magistral y la metodología FC no sean compatibles simultáneamente en el tiempo, ambas pueden utilizar las herramientas de la otra para complementar y mejorar la enseñanza de cada materia.



3.4 Relación entre Flipped Classroom y otras metodologías o enfoques innovadores

Aunque este documento no pretende realizar un tratado sobre metodologías innovadoras, ya que cada una en sí misma podría ser objeto de un análisis detallado, resulta interesante plantear las ventajas que el FC puede aportar a otras metodologías actuales, con aplicación en auge en el momento de la redacción de este estudio.

- Flipped Classroom y aprendizaje basado en proyectos.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP o PBL en sus siglas en inglés) es una metodología que fundamenta el aprendizaje en el desarrollo por parte del alumnado de un proyecto que podría aplicarse a la vida real, con orientación a obtener un producto final lo más completo posible. La realización de las diferentes fases del proyecto conlleva un trabajo a realizar, generalmente englobando a diferentes asignaturas de manera transversal, y con duración elevada (llegando incluso a cubrir el curso completo).

Un ejemplo ilustrativo podría ser el desarrollo del proyecto de un viaje a la luna a través de la construcción del cohete. A lo largo del curso la clase tendrá que estudiar sobre la tierra y el espacio, la elección de los materiales, el planteamiento de diferentes soluciones, la energía y la fuerza necesaria para enviar el cohete, preparación física de los astronautas, meteorología, o cualquier otro asunto que pueda relacionarse con este objetivo. Además, será necesario realizar materiales de síntesis, presentaciones, promoción, etc. Mediante este proceso, cada alumno aprende a identificar los objetivos de cada actividad, a trabajar en ellos y a darle solución, de manera individual o cooperativa.

Por tanto, este proyecto podría englobar a las asignaturas de física, química, tecnología, educación física, plástica y lengua, como mínimo, permitiendo trabajar a todas ellas en diferentes conceptos.

¿Podría la metodología FC aportar algo al ABP? En mi opinión la respuesta es un rotundo sí. Trasladar fuera del aula el estudio de los principales conceptos teóricos, y que sean los propios alumnos los que preparen el trabajo a realizar al día siguiente en la clase con sus compañeros contribuirá a maximizar el tiempo de trabajo cooperativo y con el profesor en el proyecto, potenciando las interacciones entre ellos, el trabajo cooperativo y, en definitiva, el aprendizaje.



- Flipped Classroom y aprendizaje por investigación.

El aprendizaje por investigación o indagación propone que sean los propios alumnos los que investiguen un tema determinado, generalmente asignado por el profesor.

De manera se invita al alumnado ser el promotor de su propio aprendizaje, trabajando en la dirección propuesta, lo que consigue que el aprendizaje sea más duradero, además de la formación no académica que supone (autonomía del aprendizaje, aprender a aprender o búsqueda de soluciones) y que será aplicable a la vida laboral futura que puedan tener los alumnos. Además, intenta motivar a los alumnos de manera intrínseca, alimentando su curiosidad por los temas que les interesan.

El FC tiene algo que aportar a este sistema, eliminando tiempo de presentación de contenidos o de introducción a los temas, pudiendo trasladar estos puntos mediante videos que los alumnos visualicen fuera del aula.

Como en el caso anterior, esto promueve un mayor tiempo de investigación en el aula, donde el profesorado puede guiar a sus alumnos en la búsqueda de información, optimizando el tiempo de dedicación.

- Flipped Classroom y aprendizaje cooperativo.

El aprendizaje cooperativo es una metodología que se fundamenta en la construcción de una interdependencia positiva entre distintos grupos de alumnos.

A grandes rasgos, consiste en realizar grupos de trabajo estables de 3 o más alumnos que trabajen juntos durante periodos largos de tiempo (al menos de meses), de manera que los alumnos más capaces ayudarán a los que tienen menos facilidad para ciertos contenidos, reforzando también a su vez su conocimiento de la materia. Esta relación productiva entre pares genera una situación de clase en la que los alumnos aprenden y evolucionan juntos, permitiendo que no solo el profesor sea el responsable de la resolución de dudas, y por tanto creando un entorno de aprendizaje más equilibrado.

En cuanto a la aplicación del FC conjuntamente con esta metodología, podría resultar muy beneficiosa ya que en ambos enfoques se obtiene un gran



rendimiento de maximizar el trabajo en el aula, llevando el contenido teórico fuera del ella.

Por tanto, la aplicación de FC en metodología cooperativa supone una optimización del tiempo de realización de ejercicios, y por tanto de aprendizaje, dejando únicamente la clase para su aprovechamiento en trabajo de cooperación.

- Flipped Classroom y STEM

Si bien no puede considerarse una metodología como tal, el enfoque STEM (acrónimo de los términos ingleses Science, Technology, Engineering and Mathematics o Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en castellano) engloba una serie de prácticas cuyo objetivo es la aplicación de conceptos matemáticos y científico tecnológicos a proyectos reales.

Para ello, se utilizan preferiblemente prácticas innovadoras como las mencionadas anteriormente y, por supuesto, FC es una práctica que puede utilizarse para potenciar el aprendizaje en áreas STEM. Existen actualmente estudios documentados del uso de metodologías innovadoras para el enfoque STEM. (Piqueras y Serrano, 2021)

Como se ha documentado en este estudio, el FC es especialmente valorable para asignaturas de corte científico-técnico, potenciando la realización de ejercicios y el aprendizaje de los alumnos. Por tanto, resultará una opción a considerar dentro del enfoque STEM.

- Flipped Classroom y DUA (Diseño universal de aprendizaje)

El Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) o Universal Design for Learning (UDL) en sus siglas inglesas es, de nuevo, un modelo de aprendizaje ideado por la asociación estadounidense *Center for Applied Special Technology (CAST)* cuyo fundamento es la búsqueda de una mayor atención a la diversidad del alumnado, incrementando la igualdad de oportunidades para todo el alumnado. El DUA se basa en 3 cuestiones fundamentales:

- ¿Qué aprender?
- ¿Por qué aprender?
- ¿Cómo aprender?



En este entorno, ¿podría ser interesante FC? Desde luego deberá ser una herramienta a considerar. Esta metodología permitirá adaptar contenidos (pueden ser vídeos o cualquier otro recurso) a las necesidades de los diferentes alumnos de la clase. Además, el tiempo de trabajo en clase permitirá al docente invertir mejor el tiempo en atender la diversidad inherente a cada clase.

3.5 Aplicaciones de Flipped Classroom a la didáctica de las matemáticas

Hasta ahora, se han enumerado de manera genérica las diferentes aplicaciones y usos del FC, bien de manera individual o bien combinado con otras metodologías innovadoras.

Por supuesto, todos los resultados documentados y toda la información expuesta son aplicables a la asignatura de matemáticas, con algunas particularidades que se enumeran a continuación.

- En la primera aproximación, el FC parece especialmente indicado para la asignatura de matemáticas, a la vista de los resultados obtenidos en el marco teórico.
Al tratarse de una asignatura eminentemente práctica, donde el aprendizaje se trabaja y se refuerza a través de la realización de ejercicios y donde la teoría es fácilmente reductible a pequeñas dosis, se presta fácilmente al uso de la metodología de estudio.
- Matemáticas es una asignatura que pertenece al concepto STEM, necesaria y aplicable a todas las demás áreas a las que hace referencia este paradigma donde la realización de operaciones matemáticas, lógicas o geométricas es fundamental para el trabajo en todas las disciplinas.
- Existen numerosas fuentes de información sobre todos los temas de matemáticas en plataformas como YouTube.

Por todo ello, se considera el FC como una metodología a valorar para la docencia de las matemáticas.



3.6 Atención a la diversidad y Flipped Classroom

En el ámbito educativo actual toma especial relevancia la atención a la diversidad de alumnos que componen cada clase. El aula compone una pequeña sociedad heterogénea de personas, que compartirán tiempo y esfuerzo en asumir una serie de contenidos, con menor o mayor éxito.

Como es lógico, cada persona responde de manera distinta en el ámbito social, académico o cualquier otro, y por tanto es importante dotar a cada individuo de las mejores herramientas de las que seamos capaces para que pueda desarrollarse de la manera más plena posible, siempre intentando optimizar el esfuerzo de cada uno orientándolo a sus aptitudes y necesidades.

Además de la diversidad inherente a cualquier grupo, la normativa española clasifica cierto Alumnado Con Necesidad Específica de Apoyo Educativo (ACNEAE), que necesita de medidas específicas de apoyo durante parte o la totalidad de su escolarización.

La clasificación de estos alumnos es la siguiente:



Figura 13. Clasificación del alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (ACNEAE)

En cuanto a este estudio, la pregunta a responder sería:

¿Es Flipped Classroom una metodología con capacidad de mejorar la atención a la diversidad en el aula?

A la vista de la información analizada, la respuesta sería a priori afirmativa, por los siguientes motivos.



- Permite al alumno con dificultades repetir cuantas veces necesite el contenido teórico, a la velocidad que necesite para comprender los conceptos.
- Los contenidos pueden adaptarse al formato más adecuado a las necesidades de cada alumno.
- Así mismo, los ejercicios de realización en clase también pueden adaptarse en cada caso individual, ya que no se explican para toda la clase, si no que cada alumno es responsable de los suyos.
- El profesor tiene más tiempo de dedicación individual a cada alumno del que se dispone en una metodología tradicional. De esta forma, puede usar este tiempo tanto para conocer (y en su caso diagnosticar) al alumno como para resolver las dudas que puedan llevar más tiempo a los alumnos con necesidades.
- También los compañeros tienen más facilidad para colaborar con estos alumnos, resolverles dudas sencillas, colaborar con ellos, etc. Este punto se potencia especialmente si se utiliza combinado con aprendizaje colaborativo.
- Los métodos de evaluación también son adaptables en cada caso, requiriendo los contenidos que el docente valore, incluso si es necesaria una adaptación curricular.

En resumen, es posible concluir que existen algunas ventajas para valorar la metodología FC como una posibilidad a la hora de establecer una buena atención a la diversidad en la clase.

No obstante, corresponde al departamento de orientación del centro evaluar la idoneidad o no de la aplicación de esta metodología a cada caso en particular.



4 Conclusiones

Las principales conclusiones que se pueden extraer de la presente revisión documental se resumen a continuación.

4.1 Metodología Flipped Classroom

Como ha quedado documentado a lo largo de este trabajo de fin de máster, FC es una metodología actual con múltiples aplicaciones y ventajas para la docencia de cualquier asignatura.

Las ventajas que ofrece esta “inversión” de la clase, dedicando fuera del tiempo de clase la carga teórica de la asignatura, pueden llegar a ser positivas a nivel motivacional y académico, según la documentación consultada. En general, las principales ventajas son:

- Aumento del tiempo de realización de actividades prácticas, con acompañamiento del docente y los compañeros.
- Aumento de la motivación y la capacidad de autogestión.
- Estrechamiento de la relación profesor-alumno, mejor conocimiento y atención.
- Mejorar en la adaptación de contenidos y del ritmo necesario para cada alumno (atención a la diversidad).

Dependerá de las características intrínsecas de la asignatura el que estas ventajas sean más o menos influyentes, siendo especialmente positivas cuando estas cumplan alguna de las siguientes características:

- Asignaturas de corte práctico donde la realización de ejercicios resulte útil.
- Asignaturas en la que la teoría pueda comprimirse en pequeñas secciones de información, que puedan ser vistas fuera del aula.

No obstante, también existen algunas contrapartidas a tener en cuenta a la hora de valorar la opción de impartir la clase mediante metodología FC.



- El coste inicial de los equipos, la formación de profesorado y alumnado y el tiempo en la preparación de contenidos es elevada.
- Supone la utilización de equipos electrónicos de manera continua para todos los alumnos.

En cuanto al nivel académico necesario para implantar esta metodología, no se han encontrado grandes diferencias en función de los cursos académicos, si bien es necesario un nivel mínimo que fomente la capacidad de autogestión (se ha estimado esta capacidad en los últimos cursos de educación primaria). Incluso es posible utilizar FC en cursos universitarios.

Por último, la metodología FC resulta combinable con otras metodologías innovadoras, como pueden ser el aprendizaje colaborativo o el aprendizaje por proyectos. En este entorno, puede suponer una herramienta muy útil que maximice el tiempo de dedicación de estas metodologías durante la clase.

4.2 Flipped Classroom y matemáticas

En cuanto a la relación entre FC y la docencia de la asignatura de matemáticas, se observa a lo largo del documento que resulta una asignatura que se presta especialmente al uso de esta metodología por varias razones:

- La asignatura de matemáticas tiene una vertiente eminentemente práctica, donde la realización de ejercicios con la posibilidad de resolver las dudas de manera inmediata maximiza el aprovechamiento del tiempo invertido.
- La teoría en clase de matemáticas es fácilmente condensable en paquetes de información, con posibilidad de resumirlo en diferentes formatos (video, resúmenes u otros).
- La combinación con metodologías como aprendizaje colaborativo resulta en que los alumnos tienen múltiples apoyos a la hora de realizar los ejercicios.
- El docente puede valorar el trabajo y conocimiento de los alumnos por las dudas que tienen al realizar los ejercicios u observando el trabajo de cada uno.

Por todo ello, se han documentado estudios específicos en el área de matemáticas que muestran una mejora en el aprendizaje de los alumnos con esta metodología.



5 Prospectiva

Una vez analizado el presente y pasado de la metodología FC, se pretende a través de este apartado pronosticar el proceso que esta metodología y sus implicaciones podrían tener en un futuro.

En primer lugar, metodologías como FC que tienen una importante componente ligada al desarrollo de la tecnología (TIC) verán beneficiada su implantación debido a que cada vez la tecnología será de uso más sencillo, y a su vez de una mayor accesibilidad por parte del alumnado.

Ligado con este aumento de la accesibilidad, también se producirá un aumento de la experiencia en este campo. Como se ha comentado, FC es una metodología aún joven con experiencias recientes en muchos campos, pero aún con mucho potencial por explotar y mucha investigación por realizar.

Como ejemplos que se han mencionado a lo largo de la revisión, se señalan las siguientes líneas de investigación que pueden resultar de interés.

- Utilización de Flipped Classroom para metodología de aprendizaje cooperativo. Experiencias reales.
- Uso de Flipped Classroom en lo Alumnos con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (ACNEAE), donde la adaptación de contenidos y formatos puede resultar de ayuda.
- Aplicación del FC a los enfoques educativos STEM y DUA, de reciente desarrollo.
- Experiencias de la aplicación de FC en Educación primaria. Formación inicial de los alumnos en consumo de contenidos digitales, algo innato en la generación de nativos digitales.

Flipped Classroom es una metodología que ha llegado para quedarse en el entorno educativo, y depende de nosotros desarrollarla y aplicarla en todo su potencial con el foco puesto en la mejora de la calidad educativa para nuestros alumnos.



6 Referencias bibliográficas

- Akçayır, G., y Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*, 126, 334-345. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- Amstelveen, R. (2019). Flipping a college mathematics classroom: An action research project. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1337-1350. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9834-z>
- Belmonte, J. L., Cabrera, A. F., Núñez, J. A. L., y Sánchez, S. P. (2019). Formative transcendence of flipped learning in mathematics students of secondary education. *Mathematics*, 7(12). Scopus. <https://doi.org/10.3390/MATH7121226>
- Bergmann, J., Sams, A., y Prensky, M. (2017). *Dale la vuelta a tu clase: Lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier momento y cualquier lugar* (Cuarta edición). sm.
- Betihavas, V., Bridgman, H., Kornhaber, R., y Cross, M. (2016). The evidence for 'flipping out': A systematic review of the flipped classroom in nursing education. *Nurse Education Today*, 38, 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2015.12.010>
- Bond, M. (2020). Facilitating student engagement through the flipped learning approach in K-12: A systematic review. *Computers and Education*, 151. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103819>
- Cabaleiro Alén, N. (2016). *De los campus virtuales a las redes sociales ¿Como usarlos en el aula?* <https://es.scribd.com/document/369909134/Como-hacer-un-videotutorial-Herramientas-posibilidades-y-ejemplos-practicos>



- Chen, F., Lui, A. M., y Martinelli, S. M. (2017). A systematic review of the effectiveness of flipped classrooms in medical education. *Medical Education*, 51(6), 585-597. <https://doi.org/10.1111/medu.13272>
- Cid-Cid, A. I., Guede-Cid, R., y Tolmos-Rodríguez-Piñero, P. (2018). Flipped classroom in preservice teacher training: An approach to a real mathematics classroom. *Bordon, Revista de Pedagogía*, 70(3), 77-93. Scopus. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2018.64127>
- Clark, R. M., y Kaw, A. K. (2020). Benefits of adaptive lessons for pre-class preparation in a flipped numerical methods course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(5), 713-729. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1617439>
- Cruz Pichardo, I. M., y Puentes Puente, Á. (2012). Innovación Educativa: Uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática Básica. *EDMETIC*, 1(2), 127. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v1i2.2855>
- Evans, L., Vanden Bosch, M. L., Harrington, S., Schoofs, N., y Coviak, C. (2019). Flipping the Classroom in Health Care Higher Education: A Systematic Review. *Nurse Educator*, 44(2), 74-78. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000554>
- Fornons, V., y Palau, R. (2021). Flipped classroom in the teaching of mathematics: A systematic review. *Education in the Knowledge Society*, 22. Scopus. <https://doi.org/10.14201/EKS.24409>
- Fredriksen, H., Hadjerrouit, S., Monaghan, J., y J.Rensaa, R. (2017, febrero). Exploring tensions in a mathematical course for engineers utilizing a flipped classroom approach. *CERME 10*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01941361>



- García, G. L., y Agapito, J. B. (2017). Flipped classroom como puente hacia nuevos retos en la educación primaria. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 8, 39-49.
- 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).
<https://doi.org/10.5688/ajpe6898>
- Gordijn, J., Oosterhout, A., y Dijkstra, W. (2017). INNOVATION MATHEMATICS PROJECT, BLENDED EDUCATION IN PRACTICE: A CASE STUDY AT DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. *EDULEARN17 Proceedings*, 9940-9950.
- Gouia, R., y Gunn, C. (2016). Making mathematics meaningful for freshmen students: Investigating students' preferences of pre-class videos. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(1). Scopus.
<https://doi.org/10.1186/s41039-015-0026-9>
- Heuett, W. J. (2017). Flipping the Math Classroom for Non-Math Majors to Enrich Their Learning Experience. *PRIMUS*, 27(10), 889-907.
<https://doi.org/10.1080/10511970.2016.1256925>
- HEW, K. F., y LO, C. K. (2018). Flipped classroom improves student learning in health professions education: A meta-analysis. *BMC Medical Education*, 18(1), 38.
<https://doi.org/10.1186/s12909-018-1144-z>
- Karampa, V., y Paraskeva, F. (2018). A Motivational Design of a Flipped Classroom on Collaborative Programming and STEAM. En L. Uden, D. Liberona, y J. Ristvej (Eds.), *Learning Technology for Education Challenges* (pp. 226-238).



- Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95522-3_19
- Kraut, A. S., Omron, R., Caretta-Weyer, H., Jordan, J., Manthey, D., Wolf, S. J., Yarris, L. M., Johnson, S., y Kornegay, J. (2019). The Flipped Classroom: A Critical Appraisal. *Western Journal of Emergency Medicine: Integrating Emergency Care with Population Health*, 20(3). <https://doi.org/10.5811/westjem.2019.2.40979>
- Ligouras, P., y Impedovo, M. A. (2015). Flipped classroom and self-regulation to teach mathematics. *Mondo Digitale*, 14(58), 129-156. Scopus.
- Lopes, A. P., y Soares, F. (2018). Perception and performance in a flipped Financial Mathematics classroom. *International Journal of Management Education*, 16(1), 105-113. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2018.01.001>
- Lucena, F. J. H., Díaz, I. A., Rodríguez, J. M. R., y Marín, J. A. M. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1 (Marzo/March)), 9-18.
- Maciejewski, W. (2016). Flipping the calculus classroom: An evaluative study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 35(4), 187-201. Scopus. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrv019>
- Márquez. (2018, febrero 10). La Rueda del DUA 2020: Actualización de recursos para derribar barreras a la participación. *Antonio A. Marquez - Si es por el maestro nunca aprendo*. <https://www.antonioamarquez.com/la-rueda-del-dua-recursos-para-derribar/>
- Martín Rodríguez, D., Sáenz de Jubera, M. M., Santiago Campión, R., y Chocarro de Luis, E. (2016). Diseño de un instrumento para evaluación diagnóstica de la



competencia digital docente: Formación Flipped Classroom. *Didáctica, innovación y Multimedia (DIM)*, 33.

McDonald, K., y Smith, C. M. (2013). The Flipped Classroom for Professional Development: Part I. Benefits and Strategies. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 44(10), 437-438. <https://doi.org/10.3928/00220124-20130925-19>

Miragall, M., y García-Soriano, G. (2016). Transforming a class from the Psychology degree into a flipped classroom. *@tic. revista d'innovació educativa*, 0(17), 21-29. <https://doi.org/10.7203/attic.17.9097>

Novak, J., Kensington-Miller, B., y Evans, T. (2017). Flip or flop? Students' perspectives of a flipped lecture in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(5), 647-658. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1267810>

Padilla-Hernández, A. L., Gámiz-Sánchez, V. M. ^a, y Romero-López, M. ^a A. (2020). Evolución de la competencia digital docente del profesorado universitario: Incidentes críticos a partir de relatos de vida. *Educar*, 56(1), 109-127. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1088>

Parra-Giménez, F., y Gutiérrez-Portlán, I. (2017). Implementación y análisis de una experiencia de flipped classroom en educación musical. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 3(1), 4-14. Scopus.

Piqueras, M. G., y Serrano, M. S. (2021). Forest regeneration following forest fire: Complexity and protocols in a transversal STEM approach. *Revista Eureka*, 18(1). Scopus.



https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2021.V18.I1.1201

- Sánchez-Rivas, E., Sánchez-Rodríguez, J., y Ruiz-Palmero, J. (2019). College student's perception about the pedagogical model of flipped class. *Magis*, 11(23), 151-168. Scopus. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m11-23.paur>
- Shi, Y., Ma, Y., MacLeod, J., y Yang, H. H. (2020). College students' cognitive learning outcomes in flipped classroom instruction: A meta-analysis of the empirical literature. *Journal of Computers in Education*, 7(1), 79-103. <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00142-8>
- Silió, E. (2021, agosto 22). *Las siete estrellas 'youtubers' que dan clase en español a 18 millones de seguidores*. El País. <https://elpais.com/educacion/2021-08-22/las-siete-estrellas-youtubers-que-dan-clase-en-espanol-a-18-millones-de-seguidores.html>
- Souto-Seijo, A., Estévez, I., Fustes, V. I., y González-Sanmamed, M. (2020). Entre lo formal y lo no formal: Un análisis desde la formación permanente del profesorado. *Educar*, 56(1), 91-107. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1095>
- Steen-Utheim, A. T., y Foldnes, N. (2018). A qualitative investigation of student engagement in a flipped classroom. *Teaching in Higher Education*, 23(3), 307-324. <https://doi.org/10.1080/13562517.2017.1379481>
- Strelan, P., Osborn, A., y Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, 30, 100314. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100314>



- Suanse, K., y Yuenyong, C. (2021). *Development of the analytic geometry flipped classroom teaching model through Google Classroom*. 1835(1). Scopus. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012077>
- Sun, Z., Xie, K., y Anderman, L. H. (2018). The role of self-regulated learning in students' success in flipped undergraduate math courses. *The Internet and Higher Education*, 36, 41-53. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.09.003>
- Tan, C., Yue, W.-G., y Fu, Y. (2017). Effectiveness of flipped classrooms in nursing education: Systematic review and meta-analysis. *Chinese Nursing Research*, 4(4), 192-200. <https://doi.org/10.1016/j.cnre.2017.10.006>
- Tourón, J., y Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela = Flipped Learning model and the development of talent at school. *Revista de Educación*, 368. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2015-368-288>
- van Alten, D. C. D., Phielix, C., Janssen, J., y Kester, L. (2019). Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28, 100281. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.05.003>
- Vanka, A., Vanka, S., y Wali, O. (2020). Flipped classroom in dental education: A scoping review. *European Journal of Dental Education*, 24(2), 213-226. <https://doi.org/10.1111/eje.12487>
- Ward, M., Knowlton, M. C., y Laney, C. W. (2018). The flip side of traditional nursing education: A literature review. *Nurse Education in Practice*, 29, 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2018.01.003>
- Zainuddin, Z., Haruna, H., Li, X., Zhang, Y., y Chu, S. K. W. (2019). A systematic review of flipped classroom empirical evidence from different fields: What are



the gaps and future trends? *On the Horizon*, 27(2), 72-86.

<https://doi.org/10.1108/OTH-09-2018-0027>

Zariquiey Biondi, F., y Flecha, R. (2019). *Cooperar para aprender: Transformar el aula en una red de aprendizaje cooperativo*. SM.