

Estudio de investigación-acción sobre la aplicación del modelo *Flipped Classroom* en las asignaturas de Matemáticas II y Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II de 2º de bachillerato

Research-action study on the application of the *Flipped Classroom* model in the subjects of Mathematics II and Applied Mathematics to the Social Sciences on 2nd of upper secondary school

José Rafael Vigil Catalán*

Recibido: 29-05-2021

Aceptado: 01-11-2021

Resumen

Se presenta un estudio de Investigación-Acción en el que se analiza el impacto que ha supuesto la implementación del modelo *Flipped Classroom* ("Aula invertida") en la enseñanza de las asignaturas de Matemáticas II y Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II en el segundo curso de bachillerato. En el estudio se analizan los resultados obtenidos por los alumnos en ambas asignaturas, así como en la EvAU (Evaluación para el Acceso a la Universidad). Este modelo sitúa al alumno en el centro de su proceso de aprendizaje y cambia el papel del profesor dentro del aula. Su implantación plantea ventajas e inconvenientes, por lo que se trata de evaluar los resultados finales a través de cinco años de experiencia y extraer unas conclusiones que puedan ser aplicadas en otras situaciones similares. Los resultados obtenidos manifiestan una mejora en los resultados académicos de los alumnos que, sin ser significativa, constatan que el modelo favorece la optimización y aprovechamiento del tiempo de clase y mejora claramente la atención a la diversidad del alumnado.

Palabras clave

Investigación-acción, *Flipped Classroom*, Aula invertida, Matemáticas, 2º de bachillerato

Abstract

An Action-Research study is presented in which the impact of implementing the Flipped Classroom model is analyzed in the teaching of the subjects of Mathematics II and Mathematics Applied to Social Sciences II in the second year of upper secondary school. The study analyzes the results obtained by students in both subjects, as well as in EvAU (Assessment for University Access). This model places the student at the center of their learning process and changes the role of the teacher within the classroom. The implementation of this teaching strategy has advantages and disadvantages, so it is a matter of evaluating the final outcome throughout five years of experience and drawing conclusions that can be applied in other similar situations. Outcomes show an improvement in students' academic results, but, above all, they confirm that the model facilitates the optimization and use of class time and clearly improves attention to student diversity.

Keywords

Action-research, *Flipped Classroom*, Mathematics, 2nd of upper secondary school

* Colegio San Gabriel (Alcalá de Henares)
<https://orcid.org/0000-0001-9189-3649>
rafa.vigil@colegiosangabriel.com

1. Introducción. Planteamiento del problema

En los últimos años se está viviendo un proceso de cambio en las escuelas de todo el mundo en el que se está fomentando la implementación de metodologías más activas, así como recursos tecnológicos que faciliten el aprendizaje y la competencia digital entre otras. Sin embargo, estos cambios no se están generalizando de igual manera en todos los centros y ni mucho menos, en todas las etapas educativas.

En este sentido, si nos centramos en la etapa de bachillerato, y más concretamente en el segundo curso de esta, es frecuente que la implementación de metodologías u otros métodos de enseñanza suela verse como una amenaza y un riesgo innecesario dadas las dificultades que plantea este curso, donde los temarios son bastante extensos, los alumnos presentan elevados índices de estrés y tanto profesores, como padres y alumnos, viven pendientes de la prueba externa que les dará acceso a los estudios superiores.

A pesar de las reticencias y riesgos iniciales, en el curso 2016/2017 se propone la implementación del modelo *Flipped Classroom* (FC) o “Clase Invertida” en las asignaturas de Matemáticas II y Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II correspondientes al segundo curso de bachillerato. La apuesta por este modelo de trabajo tenía como propósito optimizar los tiempos de clase para impartir toda la materia en el plazo previsto y mejorar, en la medida de lo posible, los resultados académicos tanto en el curso como en la Evaluación de Acceso a la Universidad (en adelante: EvAU). Del mismo modo, y no menos importante, también se pretendía dar una mejor respuesta a la diversidad, así como trasladar verdaderamente el protagonismo del aprendizaje al alumnado.

Después de cinco años aplicando el modelo *Flipped Classroom*, parece conveniente realizar un estudio y análisis más pormenorizado que nos permita obtener una visión más objetiva del impacto que ha tenido este modelo de trabajo en dichas asignaturas.

2. El modelo *Flipped Classroom* o “Clase Invertida”

El término “Aula Invertida” (en inglés: *Flipped Classroom* - FC) fue propuesto por Walvoord y Anderson en 1998. Ambas autoras proponen un modelo de trabajo en el que los alumnos deben familiarizarse con el contenido a trabajar antes de la clase, para lo cual, debían realizar diversas actividades como ensayos, cuestionarios, etc. que el profesor les anticipaba previamente. Ya en el aula, el profesor trabaja dichos contenidos mediante una metodología más activa, facilitando así su comprensión por parte de los alumnos.

Poco más tarde, Lage et. al (2000) plantean un enfoque con similitudes a la clase invertida a partir de la experiencia aplicada en la asignatura de Economía. En este caso, el

profesor solicita igualmente a los alumnos el acercamiento a temas específicos antes de la clase, si bien, se introduce el uso de tecnología multimedia (videoconferencias o presentaciones) para acceder al material de apoyo fuera del aula, por lo que ya incluye un modelo mediado por la tecnología.

En 2007, el modelo fue popularizado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams, docentes del Instituto *Woodland Park* en Colorado (EE.UU.), quienes descubrieron un *software* para grabar presentaciones en *PowerPoint* que posteriormente publicaban en Internet para que aquellos estudiantes que no habían asistido a las clases pudieran tener acceso a las mismas (Bergmann y Sams, 2012).

Como consecuencia, el *Flipped Classroom* o “Aula Invertida”, es un modelo pedagógico que desplaza la labor de ciertos procesos del aprendizaje fuera del aula y utiliza el tiempo de clase para potenciar y facilitar otros procesos de adquisición y puesta en práctica de conocimientos (Santiago y Bergmann, 2018). Se trata, por tanto, de una modalidad formativa de naturaleza mixta que permite al alumno iniciar su proceso de aprendizaje fuera del aula para continuarlo, reforzarlo y complementarlo en su horario lectivo habitual (Long et. al, 2016), permitiendo con ello un trabajo más práctico y activo y pudiendo ser apoyado, además, por el uso de la tecnología. En este sentido, subyace la idea de que al invertir una clase se puede facilitar la aplicación de estrategias con una perspectiva más constructiva del aprendizaje y que pueden englobar todas las fases que componen la Taxonomía de Bloom: conocer, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear (Bloom et. al, 1979).

2.1. Comparación entre el modelo de “Aula Tradicional” y el modelo *Flipped Classroom* o “Aula Invertida”

Puesto que el presente estudio de Investigación-Acción se fundamenta en la implementación del modelo *FC* o “Aula Invertida”, resulta relevante realizar una comparativa entre este modelo y el más convencional, el que normalmente conocemos como “Aula Tradicional”, para entender más descriptivamente las diferencias metodológicas que llevan implícitas:

En el modelo de “Aula Tradicional” destaca fundamentalmente la clase magistral, donde el docente dedica mayoritariamente el tiempo a presentar y explicar los contenidos al alumnado para, posteriormente, señalar las tareas que estos deben realizar en sus casas para afianzar los conocimientos adquiridos (Domínguez y Palomares, 2020).

En el caso del modelo de *FC* o “Aula Invertida”, la dinámica de trabajo se fundamenta generalmente en los siguientes pasos (Bergmann y Sams, 2012; Lage et. al 2000):

- El profesor prepara el material docente o se apoya en un material preexistente (en formatos diversos, aunque preferentemente, vídeos) que previamente ha seleccionado. Este material es enviado a los alumnos con anterioridad al desarrollo de la clase.
- Los alumnos llegan a clase tras haber recibido y trabajado los materiales que el profesor les ha hecho llegar. Para Bergmann y Sams (2012), es recomendable que los alumnos hayan tomado notas o hayan anotado algunas preguntas a partir de la visualización de los vídeos. Como consecuencia, los alumnos llegan a clase con un conocimiento previo del contenido a trabajar.
- Al inicio de las sesiones presenciales, es conveniente dedicar unos minutos para despejar dudas y resolver preguntas. El resto del tiempo de clase se dedica a la realización de actividades de carácter experimental y práctico, encaminadas a afianzar lo aprendido.
- Para el desarrollo de las actividades en el aula, el docente puede reservar espacios para el trabajo individual y/o colaborativo.

2.2. Ventajas del modelo *Flipped Classroom* o “Aula Invertida”

Aunque las evidencias empíricas sobre el modelo FC aún no son lo suficientemente consistentes en muchos casos, parece sin embargo confirmarse la tendencia de que los beneficios asociados a la implementación de este modelo son diversos. En este sentido, autores como García (2016), Thai et. al (2017) y Sánchez et. al (2017) constatan que este modelo mejora la motivación por el trabajo y el aprendizaje de los alumnos. Otros, como Hernández-Silva y Tecpan (2017) o Rivero-Guerra (2018) inciden en los beneficios que este modelo tiene sobre la capacidad de autorregulación de los estudiantes para el aprendizaje. También hay estudios que destacan que el modelo FC mejora las destrezas de los alumnos para el trabajo colaborativo como los de Mendoza (2015) o Abío et. al (2017).

Sin embargo, parece que son mayoría los estudios que intentan corroborar si este modelo mejora o no los resultados académicos de los alumnos. Autores como Hinojo et. al (2018), Mendaña et. al (2017), Merla y Yáñez (2016), Metaute et. al (2018) así como Moya y Williams (2016) y Torrecilla (2018) confirman en este sentido que existe una relación favorable entre el uso del modelo FC y los resultados académicos de los alumnos. Ahora bien, también hay que destacar la existencia de otros estudios como los de Boevé et. al (2017), Mennella (2016), Moreno et. al (2021) o Wilcox (2014) en los que, por el contrario, no se encontraron diferencias significativas entre los alumnos que habían trabajado bajo el modelo FC y los que no, y donde se apuntaban a causas como la experiencia del docente, el dominio de las TICs o incluso, la disponibilidad de dispo-

sitivos para el seguimiento de este modelo. Por consiguiente, este aspecto específico no parece contar con las evidencias suficientes como para ser un factor determinante a la hora de implementar el modelo FC o “Aula Invertida”.

Por otro lado, el modelo FC también ofrece otras ventajas que resultan relevantes en el ámbito educativo, por ejemplo:

- Favorece que los alumnos tengan un mayor protagonismo en su propio aprendizaje, provocando que el docente adquiera un papel de guía en el proceso instructivo (Santiago y Bergmann, 2018). En este sentido, los alumnos trabajan, participan, plantean dudas, colaboran en equipo y construyen su propio conocimiento en interrelación con su grupo de iguales (MacLeod et. al, 2018).
- Propicia un mayor aprovechamiento del tiempo de clase (El-Miedany, 2019) ya que, al anticipar los conceptos teóricos desde casa, el tiempo de clase puede dedicarse a otras actividades como resolver dudas, solucionar las dificultades de comprensión o para trabajar los contenidos de manera individual o colaborativa (Tourón y Santiago, 2015).
- Facilita una mejor atención a la diversidad del aula, especialmente si se utilizan recursos audiovisuales para el trabajo previo de los estudiantes. Los alumnos pueden hacer uso de los materiales aportados previamente para anticipar los contenidos o pueden visualizar los vídeos cuantas veces lo necesiten. Además, como especifican Cebrián et. al (2019), este modelo también puede favorecer el desarrollo de los más capaces al estimular sus habilidades.
- Potencia y estimula a los alumnos a afrontar ejercicios que impliquen destrezas de orden superior (Cabero y Llorente, 2015), fomentando con ello un aprendizaje más significativo.
- Estimula el desarrollo de la competencia digital mediante el uso de las TICs, y a través del trabajo colaborativo desarrolla las habilidades de los alumnos para organizarse, planificarse, intercambiar opiniones o tratar la información.

Finalmente, y centrándonos de manera más específica en el área de las matemáticas, también podemos encontrar evidencias de los beneficios que este modelo tiene en el aprendizaje de esta materia. En concreto, después del análisis sistemático de más de 86 artículos realizado por Fornons y Palau (2021) sobre el modelo FC y la enseñanza de las matemáticas, se encontraron evidencias que indican que este modelo favorece el aprendizaje de las mismas en distintos aspectos como son el rendimiento académico, la motivación, el interés y la interacción entre alumnos y entre alumnos y docente.

2.3. Problemas y dificultades de la implantación del modelo *Flipped Classroom*

De la misma manera que existen importantes ventajas derivadas de la implementación de este modelo, también existen, inevitablemente, una serie de limitaciones y dificultades que es preciso conocer y anticipar.

En primer lugar, algunos autores como Aguilera et. al (2017) se refieren a las reticencias de una parte del alumnado por el incremento de horas destinadas al aprendizaje, lo que aumenta su responsabilidad y autonomía en el trabajo, algo que por otra parte no todos los alumnos están dispuestos a asumir.

Del mismo modo, cambiar la mentalidad del profesor y tener la adecuada formación es una de las principales barreras a superar antes de implantar el modelo (Hamdan et. al, 2013). No menos importante es, como mencionan Jordan-Lluch et. al (2014), el significativo esfuerzo que deben realizar los profesores para la correcta implantación del modelo, especialmente, para la creación de materiales, así como para el dominio de unos conocimientos mínimos sobre el manejo de las TICs (Moreno et. al., 2021).

Por otro lado, también existe la posibilidad de que no todos los alumnos puedan disponer de los medios necesarios para acceder a la documentación que el profesor les proporciona previamente, por lo que se tendrán que plantear alternativas para dar respuesta a esta situación.

Finalmente, es preciso prever, al menos en los niveles de educación obligatoria, posibles resistencias de las familias. En algunos casos, pueden considerar que el modelo no es adecuado para la formación de sus hijos, por lo que el apoyo del equipo directivo del centro y, la preparación del profesor con argumentos sólidos que sustenten las ventajas de este modelo, podrán ser claves para hacer frente a esta dificultad (Joo et. al, 2011).

3. Estudio de Investigación-Acción sobre la aplicación del modelo *Flipped Classroom* en las asignaturas de Matemáticas II y Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II de 2º de bachillerato

3.1. Contexto en el que se desarrolla el estudio

El presente estudio de Investigación-Acción se desarrolla en el Colegio San Gabriel de Alcalá de Henares. Se trata de un centro concertado, de línea tres desde infantil hasta

bachillerato, esta última de carácter privado, que escolariza a 1300 alumnos aproximadamente.

En la etapa de bachillerato se imparten las modalidades de Ciencias Sociales y Ciencias. En el caso de Ciencias hay dos grupos, uno enfocado a “Ciencias e Ingeniería” y otro a “Ciencias de la Salud”. El número de alumnos medio por aula es de 25, por lo que el número total de alumnos que cursan matemáticas en este curso de bachillerato oscila entre 70 y 80 anualmente.

El profesor que lleva a cabo dicho estudio tiene más de 25 años de experiencia como docente, habiendo impartido las asignaturas de Matemáticas y Dibujo Técnico en dicha etapa educativa.

El estudio es la conclusión de un trabajo que comenzó hace siete años, en el curso 2014/2015. En un principio, se hizo una experiencia piloto con uno de los temas del curso. Al curso siguiente, 2015/2016, se consideró la posibilidad de adaptar varios de los temas del curso a esta metodología. Desde el curso 2016/2017 se han impartido la totalidad de las dos asignaturas de Matemáticas de 2º de bachillerato con este modelo.

3.2. Análisis de la situación y preparación previa

Inicialmente, los alumnos del centro están acostumbrados a acceder a todo tipo de contenidos digitales y están habituados al trabajo con ordenadores, teléfonos inteligentes, tabletas, etc. En el aula, sin embargo, la evolución de los medios digitales se focaliza mayoritariamente como un apoyo a la presentación de los contenidos por parte del docente y con poca o escasa utilización por parte de los alumnos.

Por otro lado, para la puesta en marcha del modelo FC, se tomaron algunas decisiones y se tuvieron que elaborar una serie de materiales:

- Eliminación del libro de texto.
- Elaboración de materiales propios: apuntes y colecciones de ejercicios.
- Elaboración de vídeos (con un máximo de diez minutos) para todos los contenidos de ambas asignaturas.
- Elaboración de una página web para cada una de las asignaturas, para facilitar el acceso a todos los contenidos de la asignatura.
 - Matemáticas II:
<https://sites.google.com/colegiosangabriel.com/matematicas2/inicio>
 - Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II:
<https://sites.google.com/colegiosangabriel.com/matematicasccss2/inicio>

3.3. Objetivos

Los objetivos que se marcaron al poner en marcha el modelo FC o “Aula Invertida” y que son objeto de análisis en el presente estudio, son:

1. Mejorar el rendimiento académico de los alumnos y mejorar, como consecuencia, sus resultados en las pruebas de EvAU.
2. Aumentar el tiempo que puede dedicarse en el aula a la realización de ejercicios.
3. Favorecer que los alumnos desarrollen la competencia de “aprender a aprender” implicándoles de una forma mucho más activa en el proceso de enseñanza aprendizaje.
4. Favorecer el trabajo colaborativo en el aula.
5. Atender más eficazmente a la diversidad de los alumnos respetando los distintos ritmos de aprendizaje.
6. Aumentar la competencia digital de los alumnos y potenciar la utilización de las TICs en el aula.

3.4. Preparación del curso: acciones para la puesta en marcha

Al inicio de cada curso, es preciso adoptar una serie de acciones que faciliten el funcionamiento del modelo FC:

- Todos los alumnos tienen asignada una cuenta de correo electrónico institucional.
- Creación de la página web (antes indicada) en la que están incluidos todos los contenidos del curso: apuntes, ejercicios, vídeos, exámenes, pruebas EvAU, etc. Las páginas web se han generado con la aplicación *Google Sites*. Además, se van incorporando a estas páginas los resultados de los ejercicios y exámenes realizados durante el desarrollo del curso.
- Dar de alta cada una de las aulas en la plataforma *Google Classroom*. En estas aulas virtuales, el profesor va colgando las tareas que se van realizando a lo largo del curso marcando así su ritmo de aprendizaje.
- Informar a los padres de la puesta en marcha del modelo FC.

- Informar a los alumnos de la metodología a seguir e intentar, desde el comienzo del curso, su implicación en ella para que ésta tenga éxito.

3.5. Metodología. Desarrollo de las sesiones semanales

Una vez comenzado el curso, y tras llevar a cabo las acciones anteriormente mencionadas, se pone en marcha el desarrollo del modelo FC. Cada una de las semanas se desarrolla de una forma muy similar y siguiendo el siguiente esquema:

1. Al comienzo del curso se publica la página web en la que están incluidos todos los contenidos que se van a impartir.
2. Los viernes, el profesor envía a los alumnos, a través de la plataforma digital *Google Classroom*, los vídeos (normalmente entre 1 y 3) con los contenidos teóricos y prácticos que se van a desarrollar durante la semana.
3. Durante el fin de semana, los alumnos deben visionar los vídeos. Estos incorporan algunas preguntas que permiten al profesor, a través de la aplicación *EdPuzzle*, controlar qué alumnos han visionado el vídeo, cuántas veces lo han hecho, a qué horas, qué partes del vídeo han visto más veces, etc.
4. Las asignaturas cuentan con cuatro sesiones semanales de 55 minutos cada una. La primera de estas sesiones se dedica a repasar los contenidos teóricos que estaban incluidos en los vídeos. El profesor responderá y resolverá las dudas, consolidará algún contenido especialmente importante y realizará en la pizarra algún ejercicio que considere relevante.
5. La segunda y tercera sesión de cada semana se dedica a la realización de ejercicios en el aula. Durante estas sesiones los alumnos pueden utilizar teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, tabletas y cualquier otro medio tecnológico que permita a los alumnos acceder a los contenidos digitales de la página web o buscar otros diferentes.
6. Durante las sesiones es importante atender a la diversidad de alumnos que hay en el aula. A los alumnos con dificultades se les recomienda hacer los ejercicios más sencillos y en pequeños grupos o individualmente se explican los conceptos que no dominan, de manera que no avancen en la asignatura con carencias anteriores. Igualmente, a los alumnos que destacan en la asignatura se les recomiendan ejercicios de mayor dificultad y se les anima a buscar en la red ejercicios que les motiven, sobre todo, aparecidos en la EvAU.

7. La última sesión se dedica a la realización de un ejercicio de repaso sobre los contenidos desarrollados durante la semana. Este ejercicio lo prepara el profesor y se realizan de forma colaborativa en grupos de 2, 3 o 4 alumnos. Los grupos son formados por el profesor atendiendo a criterios de heterogeneidad, alumnos con niveles diferentes, y competencia curricular, no es conveniente que en los grupos haya alumnos con niveles excesivamente dispares. Además, dentro de cada grupo se generan roles: interlocutor, secretario y portavoz.
8. A la vez que el profesor envía los vídeos necesarios para la siguiente semana, cuelga en la página web los resultados de los ejercicios realizados en la última sesión (procedimientos y resultados) para que estén a disposición de todos los alumnos.
9. Antes del final de cada uno de los trimestres y del examen final de evaluación, se reserva una semana para realizar un repaso de todos los contenidos del trimestre.

3.6. Sistema y procedimiento de la evaluación de los alumnos

El sistema de evaluación de ambas asignaturas es el siguiente:

- Realización de un examen final por trimestre con todo lo tratado en el mismo. Dicho examen tiene una estructura idéntica a las utilizadas en las Pruebas de Acceso a la Universidad. Consta de dos opciones con 4 ejercicios en cada una de ellas. La puntuación de cada ejercicio será de 2,50 puntos. Estos ejercicios se separarán en apartados de manera que cada uno de ellos se califique con múltiplos de 0,25 puntos.
- Visionado de los vídeos. El control sobre el visionado de los vídeos permite al profesor valorar este trabajo realizado por los alumnos durante los fines de semana.
- Notas de clase. El último día de cada semana se realizan ejercicios en grupo. El profesor realiza la media de las calificaciones obtenidas en estos ejercicios. Para la evaluación de estos ejercicios el profesor recoge los resultados por escrito y los devuelve a los alumnos calificados y con las observaciones necesarias para mejorar los planteamientos, el proceso de resolución o la presentación.

La calificación de cada trimestre se obtiene hallando la media ponderada del examen (90%) y la media de las notas de clase (10%).

4. Análisis de los resultados

La primera cuestión por analizar tras la implementación del modelo FC o “Aula Invertida” en las asignaturas de Matemáticas de 2º de bachillerato es la relativa a los resultados académicos. Resulta relevante analizar dichos resultados en ambas asignaturas, así como en la prueba de Evaluación para el Acceso a la Universidad (EvAU) para poder establecer una comparativa y extraer conclusiones al respecto:

Tabla 1

Resultados académicos en las asignaturas de matemáticas de 2º bachillerato entre el curso 2014/2015 (aún no implementado el modelo FC) y el curso 2020/2021

CURSO ESCOLAR	DATOS	MATEMÁTICAS II	MATEMÁTICAS CC. SS. II
2014/15 SIN FC	Alumnos matriculados:	41	30
	Nota media:	6,83	6,03
	% de aprobados:	90,24%	76,67%
2015/16 SIN FC	Alumnos matriculados:	50	28
	Nota media:	6,78	5,91
	% de aprobados:	90,00%	82,14%
MEDIAS AÑOS SIN FC	Alumnos matriculados:	45,50	29
	Nota media:	6,80	5,97
	% de aprobados:	90,11%	79,31%
2016/17 FC	Alumnos matriculados:	57	23
	Nota media:	6,84	6,26
	% de aprobados:	94,74%	91,30%
2017/18 FC	Alumnos matriculados:	44	15
	Nota media:	6,66	6,54
	% de aprobados:	93,18%	80,00%
2018/19 FC	Alumnos matriculados:	47	22
	Nota media:	7,10	7,19
	% de aprobados:	95,74%	77,27%
2019/20 FC	Alumnos matriculados:	57	19
	Nota media:	7,56	6,95
	% de aprobados:	96,49%	100,00%
2020/21 FC	Alumnos matriculados:	42	22
	Nota media:	7,11	6,21
	% de aprobados:	88,10%	86,36%
MEDIAS AÑOS CON FC	Alumnos matriculados:	49,40	20,20
	Nota media:	7,07	6,62
	% de aprobados:	95,13%	92,84%

Según estos resultados, durante los cinco cursos en los que se ha aplicado el modelo FC, la nota media en la asignatura de Matemáticas II ha subido de 6,80 a 7,07 puntos y el porcentaje de aprobados ha subido del 90,11% al 95,13%. En la asignatura de Matemáticas aplicadas a las CC.SS. II, tras la aplicación del modelo FC, la nota media ha subido de 5,97 a 6,62 puntos y el porcentaje de aprobados ha subido del 79,31% al 92,84%. Estos datos hacen referencia a medias de resultados, pero no todos los años con FC se mejoran los resultados anteriores.

Igualmente, se facilitan los resultados obtenidos por los alumnos en las pruebas de EvAU de la convocatoria ordinaria:

Tabla 2

Resultados académicos en las asignaturas de matemáticas en las pruebas EvAU entre el curso 2014/2015 (aún no implementado el modelo FC) y el curso 2020/2021

CURSO ESCOLAR	DATOS	MATEMÁTICAS II	MATEMÁTICAS CC. SS. II
2014/15 SIN FC	Alumnos presentados:	37	23
	Nota media EvAU:	5,60	5,74
	% de aprobados:	64,86%	53,48%
2015/16 SIN FC	Alumnos presentados:	31	36
	Nota media EvAU:	5,80	5,62
	% de aprobados:	64,52%	63,89%
MEDIAS AÑOS SIN FC	Alumnos presentados:	34	26
	Nota media EvAU:	5,69	5,67
	% de aprobados:	64,71%	59,83%
2016/17 FC	Alumnos presentados:	37	23
	Nota media EvAU:	5,60	5,74
	% de aprobados:	64,86%	53,48%
2017/18 FC	Alumnos presentados:	31	36
	Nota media EvAU:	5,80	5,62
	% de aprobados:	64,52%	63,89%
2018/19 FC	Alumnos presentados:	42	18
	Nota media EvAU:	5,66	5,56
	% de aprobados:	64,29%	61,11%
2019/20 FC	Alumnos presentados:	53	26
	Nota media EvAU:	6,78	5,47
	% de aprobados:	79,25%	65,38%
2020/21 FC	Alumnos presentados:	36	17
	Nota media EvAU:	6,45	6,99
	% de aprobados:	63,89%	88,24%
MEDIAS AÑOS CON FC	Alumnos presentados:	39,80	24
	Nota media EvAU:	6,11	5,80
	% de aprobados:	76,20%	71,59%

Según estos resultados, durante los cinco cursos en los que se ha aplicado el modelo FC, la nota media de la prueba de EvAU en Matemáticas II ha subido de 5,69 a 6,11 puntos y el porcentaje de aprobados ha subido del 64,71% al 76,20%. En la asignatura de Matemáticas aplicadas a las CC.SS. II, tras la aplicación del modelo FC, la nota media ha subido de 5,67 a 5,80 puntos y el porcentaje de aprobados ha subido del 59,83% al 71,59%. Estos datos hacen referencia a medias de resultados, pero no todos los años con FC se mejoran los resultados anteriores.

Para un análisis más gráfico, puede observarse a continuación que la nota media de ambas asignaturas sigue una tendencia creciente (Figuras 1 y 3). En lo relativo a la prueba de la EvAU, también puede observarse dicha tendencia creciente, aunque menos acusada (Figuras 2 y 4).

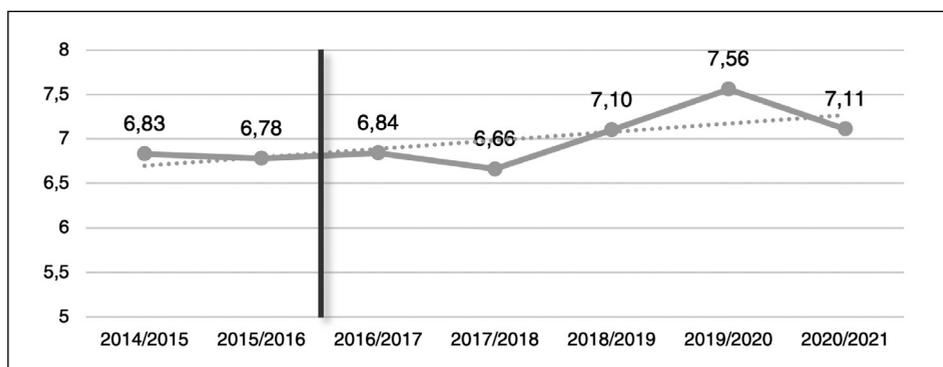


Figura 1. Nota media en la asignatura de Matemáticas II

Fuente: elaboración propia

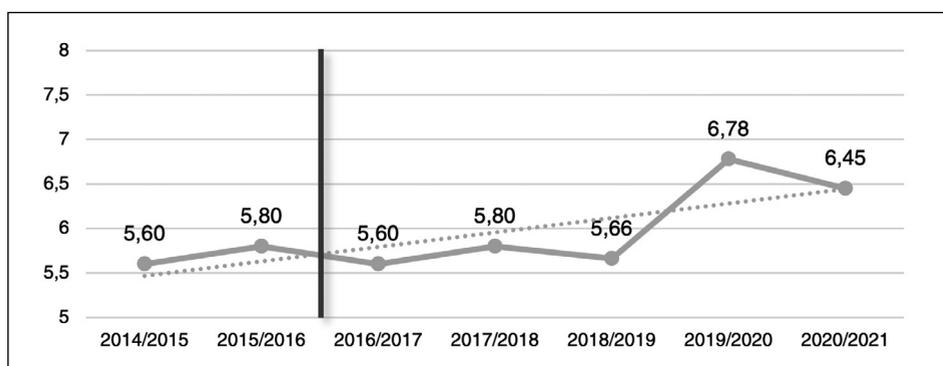


Figura 2. Nota media en la EvAU de la asignatura de Matemáticas II

Fuente: elaboración propia

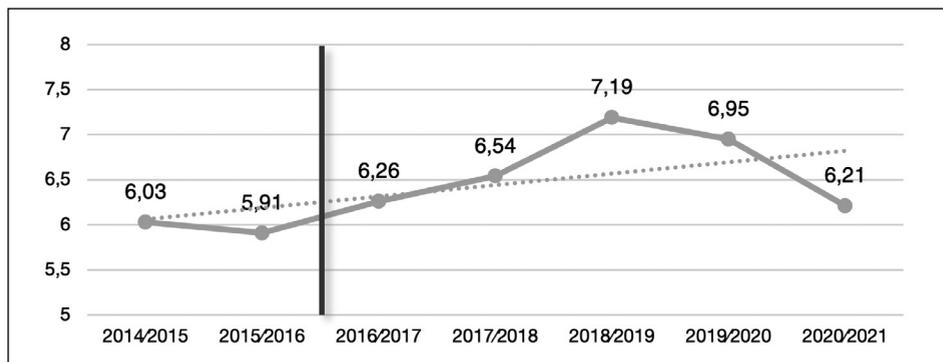


Figura 3. Nota media en la asignatura de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II

Fuente: elaboración propia

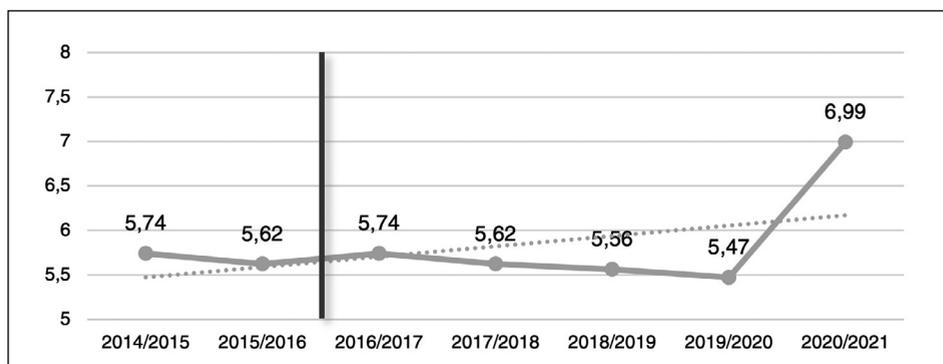


Figura 4. Nota media en la EvAU de la asignatura de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II

Fuente: elaboración propia

Estos datos, en términos absolutos, son superiores a los obtenidos en los cursos en los que todavía no estaba implantado el modelo FC. Aun así, en algunos aspectos y cursos, no se han superado los resultados de estos cursos, por lo que la utilización del modelo FC no implica siempre una mejora cuantitativa en los resultados si no se tienen en consideración otras variables.

Pero además de estos resultados cuantitativos, es importante señalar otros aspectos de carácter cualitativo observados durante el proceso que, desde el punto de vista de un docente, resultan muy relevantes. Es necesario resaltar que estos datos no se basan en ningún proceso de evaluación objetiva, sino en la propia experiencia del docente que ha llevado a cabo este proceso:

- En primer lugar, se ha percibido que la motivación del alumnado mejora considerablemente y el ambiente de trabajo en clase es más agradable. Alumnos que manifiestan al principio de curso que se ven incapaces de aprobar la asignatura entran con facilidad en el trabajo diario, mejorando significativamente y, en algunos casos, siendo capaces de superar sin problemas la asignatura.
- La motivación del docente también ha mejorado sustancialmente. Es cierto que su papel ha pasado de ser el centro del proceso a estar en una posición de acompañamiento donde el control de lo que sucede en el aula es inferior al de una metodología más tradicional y expositiva.
- La autonomía de los alumnos mejora significativamente. Pasan de tener una actitud pasiva en el aula y esperar a que el profesor les indique todo lo que tienen que ir haciendo, a tomar sus propias decisiones en el proceso de aprendizaje.
- Atender a la diversidad de ritmos y capacidades es mucho más accesible por parte del docente. El modelo FC permite al profesor acercarse a cada uno de los alumnos y atender a sus dificultades o, por el contrario, a aquellos que quieren ampliar y profundizar. Este proceso puede realizarse en el tiempo de clase.
- El manejo de las TICs ha sido enfocado de una forma más práctica para los alumnos. Aprenden que, desde cualquier sitio, pueden acceder a una información casi ilimitada, descubriendo *webs* o canales de *YouTube* fiables a los que acudir y consultar dudas si lo desean.
- La capacidad de trabajar en equipo de los alumnos mejora significativamente. Al comienzo del curso es normal que cada alumno intente hacer una parte del trabajo, pero individualmente; al final del curso, sin embargo, lo habitual es que hayan aprendido a colaborar entre ellos, pues experimentan que la colaboración es más eficaz y que les enriquece ver los enfoques de otros compañeros y contrastarlos con los suyos para sacar las conclusiones que den lugar a un mejor resultado.

5. Discusión y conclusiones

Como finalización de este estudio y tras cinco cursos completos de aplicación del modelo *FC* o "Aula Invertida" en las asignaturas de Matemáticas de 2º de bachillerato, se extraen las siguientes conclusiones sobre la aplicación e implementación de dicho modelo a tenor de los objetivos propuestos:

El primer objetivo que se planteó al poner en marcha el modelo FC y realizar este estudio era mejorar el rendimiento académico de los alumnos y como consecuencia, sus resultados en las pruebas de EvAU. Es cierto que, en términos absolutos, los resultados académicos han mejorado desde que se implantó el modelo FC. Tanto las medias de ambas asignaturas en el curso, como la media de los resultados en la EvAU, han sido mejores que los años anteriores a la aplicación del modelo FC. No obstante, esta mejora no siempre es significativa como para avalar que el modelo conlleva intrínsecamente una mejora en este sentido. Como bien es sabido, los resultados académicos pueden estar condicionados por otras variables como la experiencia del propio docente, el dominio de las TIC por parte de éste, la disponibilidad de dispositivos para el seguimiento del modelo FC, los propios grupos de alumnos, además de la estrictamente vinculada con la metodología, tal y como afirman autores como Boevé et. al (2017), Mennella (2016), Moreno et. al (2021) o Wilcox (2014) quienes no encontraron diferencias significativas entre los resultados de los alumnos que habían trabajado bajo el modelo FC y los grupos control.

Con respecto al segundo objetivo propuesto, y tras la experiencia acumulada durante los cinco años de aplicación, se puede afirmar que el modelo FC permite optimizar los tiempos y facilita el cumplimiento íntegro de las programaciones ya que al no tener que impartir clases teóricas de varios días se libera mucho tiempo. Como consecuencia, se ha podido dedicar mucho más tiempo para atender de una forma más individualizada a los alumnos y se ha podido dedicar tres semanas del curso a repasar los contenidos de cada uno de los trimestres. Del mismo modo, y en la línea de lo aportado por El-Miedany (2019), Mendoza (2015) y Abío et. al (2017) al reducir el tiempo de exposición en clase por parte del profesor, se puede aumentar el tiempo de trabajo colaborativo entre los alumnos, por lo que este objetivo propuesto al inicio del estudio también se ve cumplido.

Por otro lado, la experiencia adquirida también ha permitido observar cómo el modelo FC facilita que los alumnos mejoren su competencia digital y tengan un papel mucho más activo y participativo en el desarrollo de las sesiones en comparación con el período anterior a la implementación de este modelo. Se ha podido disponer de más tiempo en las clases para que los alumnos planteen sus dudas y puedan trabajar colaborativamente para resolver y realizar problemas, utilizando diversos recursos digitales en el aula y fuera de él y fomentando con ello un aprendizaje más significativo y una mayor autorregulación del mismo, algo que ya aportaban los estudios de Cabero y Llorente (2015), Hernández-Silva y Tecpan (2017) y Rivero-Guerra (2018). Por consiguiente, el modelo FC da respuesta a los objetivos propuestos de favorecer la competencia digital de los alumnos, así como potenciar la competencia de “aprender a aprender”.

Otro de los objetivos propuestos, y no menos importante, era poder atender a la diversidad respetando los distintos ritmos de aprendizaje. En este sentido, la experiencia durante el desarrollo de este estudio denota que, efectivamente, el modelo FC facilita

esta atención a la diversidad. Para empezar, los alumnos siempre tienen a su disposición los vídeos con todos los contenidos del curso explicados por su profesor. Los alumnos con más dificultades pueden ver los vídeos cuantas veces quieran. Cuando se necesitan contenidos ya impartidos en temas posteriores, es fácil que los alumnos repasen esos contenidos viendo los vídeos relativos a ellos. Por otro lado, los alumnos con mayor capacidad tienen la posibilidad de realizar ejercicios de profundización, pudiendo, como apuntaban Cebrián et. al (2019), favorecer el desarrollo de talento y de habilidades de los más capaces.

Pero, además de las conclusiones extraídas a partir de los objetivos propuestos al inicio de este estudio, también subyacen otras reflexiones a tener muy en cuenta tras el proceso llevado a cabo y que también son relevantes:

En primer lugar, es preciso tener en cuenta que las resistencias iniciales por parte de profesores, alumnos y, sobre todo, de padres, pueden ser importantes y pueden condicionar sin duda, la puesta en marcha del modelo FC. Por este motivo, tal y como apuntan Hamdan et. al (2013), conviene formarse previamente para poder argumentar sólidamente dicha apuesta metodológica. Del mismo modo, y como ya se ha comentado, factores como el dominio de las TICs y la propia experiencia docente son variables que también influyen en el desarrollo de buenas prácticas al utilizar el modelo FC (Moreno et. al, 2021). Igualmente, es necesario contar con el apoyo de la Dirección para sentirse respaldado al iniciar el proceso, algo que Joo et. al (2011) identificaron como “apoyo de los superiores, apoyo de los colegas y una atmósfera organizativa positiva” que permitan una puesta en marcha sólida y preparada ante las adversidades que sin duda pueden surgir.

También hay que tener en cuenta que la disponibilidad o el acceso a los recursos necesarios para seguir el modelo FC puede condicionar el seguimiento y el desarrollo académico de los alumnos (Moreno et. al, 2021). Obviamente, es una variable a tener en cuenta por parte del docente; si bien, existen formas y estrategias para poder compensarlo.

Un aspecto no planteado al inicio y que sin embargo ha resultado llamativo, es que se ha observado una mayor involucración de las familias en el proceso de aprendizaje de sus hijos. Al recibir los contenidos en casa, las familias pueden seguir el proceso de forma más cercana: ver los vídeos, consultar los apuntes, ver los ejercicios, etc.

Como consecuencia, puede considerarse, a tenor de los resultados y conclusiones extraídas, que las ventajas que aporta el modelo FC son mayores que los posibles inconvenientes que se puedan encontrar. En este sentido, aunque los resultados académicos han mejorado en términos absolutos con respecto a los cursos en los que no se empleaba este modelo, quizá cabe plantearse como docentes que no siempre es imprescindible

ble tener unos resultados cuantitativos que mejoren sustancialmente los anteriores para implementar cambios metodológicos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Una leve mejoría, o incluso mantener los resultados académicos, puede ser suficiente si a cambio se observan mejoras en otros aspectos, menos objetivos, pero, que sí tienen una relevancia importante en el aprendizaje, como la motivación de los alumnos y del propio profesor, la atención a la diversidad, mayor autonomía y protagonismo de los alumnos, desarrollo de habilidades y destrezas en el trabajo colaborativo, etc.

No obstante, también es preciso aclarar que, inevitablemente, seguirá habiendo alumnos que se queden descolgados, que no vean los videos, que no trabajen y que no aprueben, aunque, en general, el número de estos es menor. Es obvio que los resultados académicos son importantes, más si cabe en un curso como 2º de bachillerato, pero no olvidemos que además de aprender contenidos curriculares también deben aprender y desarrollar una serie de habilidades y destrezas que les serán muy útiles en el mundo profesional. En este sentido, se ha podido observar que el modelo FC favorece el aprendizaje de estas destrezas y habilidades fundamentales en la sociedad actual.

6. Agradecimientos

Quiero tener un recuerdo especial para José Manuel Gómez Montes, miembro del Departamento de Orientación del colegio, compañero de trabajo y amigo, sin cuyo apoyo no habría podido llevar a cabo todo este proceso.

7. Referencias

- Abío, G., Alcañiz, M., Gómez-Puig, M., Rubert, G., Serrano, M., Stoyanova, A. y Vilalta-Bufi, M. (2017). El aula invertida y el aprendizaje en equipo: dos metodologías para estimular al estudiante repeticionador. *Revista d'Innovació docent Universitària*, 9, 1-15.
- Aguilera, C., Manzano, A., Martínez, I., Lozano, M. C., y Casiano, C. (2017). El modelo flipped classroom. *International Journal of developmental and Educational Psychology*, 4(1), 261-266. <https://doi:10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055>
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.
- Bloom, B. S., David, R. y Masia, B. (1979). *Taxonomía de los objetivos de la educación: Clasificación de las metas educativas*. Marfil.
- Boevé, A. J., Meijer, R. R., Bosker, R. J., Vugteveen, J., Hoekstra, R. y Albers, C. J. (2017). Implementing the flipped classroom: an exploration of study behaviour and student performance. *Higher Education*, 74, 1015-1032. <https://doi:10.1007/s10734-016-0104-y>

- Cabero, J., y Llorente, M.A. (2015). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): Escenarios formativos y teorías del aprendizaje. *Revista Lasallista de Investigación*, 12 (2), 186-193. <https://doi.org/10.22507/rli.v12n2a19>
- Domínguez, F. J. y Palomares, A. (2020). El "aula invertida" como metodología activa para fomentar la centralidad en el estudiante como protagonista de su aprendizaje. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 26. <https://doi.org/doi: 10.18172/con.4727>
- El-Miedany, Y. (2019). *Flipped learning*. In: Rheumatology Teaching. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98213-7_15
- Fornons, V. y Palau, R. (2021). Flipped classroom en la enseñanza de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Education in the knowledge society (EKS)*, 22. <https://doi.org/10.14201/eks.24409>
- García, A. (2016). Aprendizaje inverso y motivación en el aula universitaria. *Revista Pulso*, 39, 199-218.
- Hamdan, N., Mcknight, P., Mcknight, K., & Arfstrom, K.M. (2013). A white paper based on the literature review titled a review of flipped learning. *Pearson*. <https://bit.ly/3dz1m0h>
- Hernández-Silva, C. y Tecpan, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios pedagógicos*, 43 (3), 193-204.
- Hinojo, f. J., Mingorance, A. C., Trujillo, J. M., Aznar, I. y Cáceres, M. P. (2018). Incidence of the flipped Classroom in the Physical Education Students' Academic Performance in University Contexts. *Sustainability*, 10 (5), 1-13. <https://doi: 10.3390/su10051334>
- Joo, Y., Joung, S., & Sim, W. (2011). Structural relationships among internal locus of control, institutional support, flow, and learner persistence in cyber universities. *Computers in Human Behavior*, 27(2), 714-722.
- Jordan-Lluch, C., Pérez Peñalver, M. y Sanabria-Codesal, E. (2014). Flipped classroom: Reflexiones y opiniones de los implicados. *Jornadas de Innovación Educativa y docencia en Red. Universitat Politècnica de València*, 310-323. <https://doi.org/10.1109/isie.2007.4375002>
- Lage, M.J., Platt, G. J. y Treglia, M., (2000). Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment. *Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43.
- Long, T., Cummins, J., & Waugh, M. (2017). Use of the flipped classroom instructional model in higher education: Instructors' perspectives. *Journal of Computing in Higher Education*, 29(2), 179-200. <https://doi.org/10.1007/s12528-016-9119-8>
- MacLeod, J., Yang, H., Zhu, S., & Shi, Y. (2018). Technological factors and student-to-student connected classroom climate in cloud classrooms. *Journal of Educational Computing Research*, 56(6), 826-847. <https://doi.org/10.1177/0735633117733999>
- Mendaña, C., Poy, R., González, A., Arana, M. V. y López, E. (2017). ¿Influye el aula invertida en la motivación y el rendimiento académico de estudiantes universitarios? *Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), 660-666.
- Mendoza, V. I. (2015). Flipped Classroom y la adquisición de competencias en la enseñanza universitaria online. *Opción*, 31(5), 472-479.
- 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.

- Merla, A. E. y Yáñez, C. G. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista Mexicana de bachillerato a distancia*, 8(16), 68-78.
- Metaute, J. C., Villarreal, J. E., Vargas, J. P., Saker, J. y Bustamante, L. E. (2018). Aula Invertida y Pedagogía Conceptual en la enseñanza y aprendizaje de la Estadística en Educación Superior. El caso de la estimación y la prueba de hipótesis. *Revista Espacios*, 39(10), 39-47.
- Moreno, A. J., Soler, R., Marín J. A. y López, J. (2021). Flipped learning y buenas prácticas docentes en educación secundaria. *Revista Científica de Educomunicación*, 68(29), 107-117. <https://doi.org/10.3916/C68-2021-09>
- Moya, P., y Williams, C. (2016). Efecto del Aula Volteada en el rendimiento académico: Estudio comparativo basado en el resultado del rendimiento académico con metodología Aula Volteada y Clase Tradicional para la asignatura de Salud Pública. *Revista de educación en ciencias de la salud*, 13(1), 15-20.
- Rivero-Guerra, A. O. (2018). Práctica de Laboratorio de granos de Almidón en un Curso de botánica general: Una experiencia de Clase Invertida. *Formación Universitaria*, 11(1), 87-104. <https://doi:10.4067/S0718-50062018000100087>
- Sánchez, J., Ruiz, J. y Sánchez, E. (2017). Flipped classroom. Claves para su puesta en práctica. *EdMETIC*, 6(2), 336-358. <https://doi:10.21071/edmetic.v6i2.5832>
- Santiago, R. y Bergmann, J. (2018). *Aprender al revés. Flipped Learning 3.0 y metodologías activas en el aula*. Paidós Educación.
- Thai, N., De-Wever, B., & Valcke, M. (2017). The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback. *Computers & Education*, 107, 113-126. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.003>
- Torreçilla, S. (2018). Flipped Classroom: Un modelo pedagógico eficaz en el aprendizaje de Science. *Revista Iberoamericana de Educación*, 76(1), 9-22.
- Tourón, J., y Santiago, R. (2015). El modelo flipped learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educación*, 368, 174-195. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2015-368-288>
- Walvoord, E., & Johnson Anderson, V. (1998). *Effective grading: A tool for learning and assessment in College*. Jossey-Bass.
- Wilcox, A. (2014). Information Literacy and the flipped Classroom: Examining the Impact of a one-Shot flipped Class on Student Learning and Perceptions. *Communications in Information Literacy*, 8(2), 225-235. <https://doi:10.15760/comminfolit.2014.8.2.168>.

Cómo citar (APA 7ª ed.):

Vigil, R. (2021). Estudio de investigación–acción sobre la aplicación del modelo *Flipped Classroom* en las asignaturas de Matemáticas II y Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II de 2º de bachillerato. *Pulso. Revista de Educación*, 44, 109-128.