

## El aula invertida en el aprendizaje de las matemáticas en secundaria

### The flipped classroom in secondary school mathematics

### A sala de aula invertida na aprendizagem da matemática no ensino secundário

Franco Castro Adalid Aravelly<sup>1</sup>

Universidad de Guayaquil

[adalid.francoc@ug.edu.ec](mailto:adalid.francoc@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-0090-6390>



Argudo Yépez Ronny Fabrizzio<sup>2</sup>

Universidad de Guayaquil

[ronny.argudoy@ug.edu.ec](mailto:ronny.argudoy@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7629-1148>



Espinoza Espinoza Victor Oswaldo<sup>3</sup>

Universidad de Guayaquil

[victor.espinozaes@ug.edu.ec](mailto:victor.espinozaes@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7396-8854>



Chenche Jácome Rosa del Carmen<sup>4</sup>

Universidad de Guayaquil

[rosa.chenchej@ug.edu.ec](mailto:rosa.chenchej@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-9347-3100>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/nE1/1370>

#### Como citar:

Franco Castro A, A., Argudo Yépez R. F., Espinoza Espinoza V, O. & Chenche Jácome R, C. (2026). El aula invertida en el aprendizaje de las matemáticas en secundaria. *Código Científico Revista de Investigación*, 7(E1), 1385-1401.

**Recibido:** 25/02/2026

**Aceptado:** 23/03/2026

**Publicado:** 31/03/2026

## Resumen

Este estudio analiza la implementación de un entorno de aprendizaje autodirigido, apoyado en tecnología digital y fundamentado en el modelo pedagógico flipped classroom, orientado a personalizar la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria. El objetivo principal consiste en valorar el impacto de esta experiencia sobre el rendimiento académico, la satisfacción del alumnado y las emociones experimentadas, así como explorar posibles diferencias en función del género. Se adopta una metodología cuantitativa con diseño preexperimental pretest–posttest, en la que participan 62 estudiantes de 2.º y 3.º bachillerato de Educación Secundaria que cursan Matemáticas orientadas a las enseñanzas académicas. Los contenidos se organizan en unidades mínimas de conocimiento, accesibles mediante una plataforma virtual en la que el estudiantado configura su propio itinerario formativo a partir de vídeos educativos interactivos y actividades de evaluación integradas. Los resultados indican un incremento significativo del rendimiento en conocimientos algebraicos, un elevado nivel de satisfacción con la metodología y la generación de emociones mayoritariamente positivas, sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres. Estos hallazgos respaldan el potencial del modelo flipped classroom, combinado con entornos virtuales adaptativos, para promover aprendizajes autónomos y personalizados en matemáticas.

**Palabras clave:** flipped classroom; matemáticas; personalización del aprendizaje; tecnología educativa.

## Abstract

This study analyzes the implementation of a self-directed learning environment, supported by digital technology and based on the flipped classroom pedagogical model, aimed at personalizing mathematics instruction in secondary education. The main objective is to assess the impact of this experience on academic performance, student satisfaction, and the emotions experienced, as well as to explore possible gender differences. A quantitative methodology with a pretest–posttest pre-experimental design is adopted, involving 62 students in their 11th and 12th grades of secondary school who are taking mathematics courses geared toward academic studies. The content is organized into minimal units of knowledge, accessible via a virtual platform where students configure their own learning path using interactive educational videos and integrated assessment activities. The results indicate a significant increase in performance in algebraic knowledge, a high level of satisfaction with the methodology, and the generation of mostly positive emotions, with no statistically significant differences observed between males and females. These findings support the potential of the flipped classroom model, combined with adaptive virtual environments, to promote autonomous and personalized learning in mathematics.

**Keywords:** flipped classroom; mathematics; personalized learning; educational technology.

## Resumo

Este estudo analisa a implementação de um ambiente de aprendizagem autodirigido, apoiado em tecnologia digital e baseado no modelo pedagógico da sala de aula invertida, com o objetivo de personalizar o ensino da matemática no ensino secundário. O objetivo principal consiste em avaliar o impacto desta experiência no desempenho académico, na satisfação dos alunos e nas

emoções sentidas, bem como explorar possíveis diferenças em função do gênero. Adota-se uma metodologia quantitativa com um desenho pré-experimental pré-teste-pós-teste, na qual participam 62 alunos do 2.º e 3.º anos do ensino secundário que frequentam a disciplina de Matemática orientada para o ensino académico. Os conteúdos estão organizados em unidades mínimas de conhecimento, acessíveis através de uma plataforma virtual na qual os alunos configuram o seu próprio percurso formativo a partir de vídeos educativos interativos e atividades de avaliação integradas. Os resultados indicam um aumento significativo do desempenho em conhecimentos algébricos, um elevado nível de satisfação com a metodologia e a geração de emoções maioritariamente positivas, sem evidenciar diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres. Estas conclusões corroboram o potencial do modelo de sala de aula invertida, combinado com ambientes virtuais adaptativos, para promover aprendizagens autónomas e personalizadas em matemática.

**Palavras-chave:** sala de aula invertida; matemática; personalização da aprendizagem; tecnologia educativa.

## Introducción

Los sistemas educativos se enfrentan al reto de preparar a las nuevas generaciones para contextos sociales y laborales altamente dinámicos, condicionados por una revolución tecnológica continua que transforma los sistemas productivos, las formas de interacción y las maneras de aprender (Reinoso-Quezada, 2020). En este escenario, la capacidad de adaptación y las competencias de autoformación se perfilan como elementos centrales de la formación escolar, más allá de la mera adquisición de contenidos específicos (Prieto et al., 2020).

La diversidad de talentos se reconoce como un recurso estratégico para que las sociedades afronten con éxito la incertidumbre y la complejidad del futuro, si bien una parte importante de ese potencial permanece latente debido a modelos de enseñanza homogéneos, fuertemente centrados en la edad del alumnado y en la rígida secuenciación curricular (Tourón & Santiago, 2015). Ante esta problemática, resulta pertinente explorar propuestas metodológicas que otorguen al estudiante un papel activo en la gestión de su itinerario de aprendizaje y que, al mismo tiempo, faciliten la personalización de los procesos formativos a través de la tecnología (Muhammad, 2020).

El trabajo que se presenta describe y evalúa una experiencia de aprendizaje autodirigido basada en el modelo flipped classroom, en la que los contenidos de matemáticas se fragmentan

en unidades mínimas accesibles mediante un entorno virtual que permite al alumnado decidir el orden en que los aborda. El propósito es analizar en qué medida esta propuesta incide en el rendimiento, la satisfacción y las emociones hacia la materia, así como si se observan diferencias en función del género.

Los estudiantes se ven obligados a tomar decisiones curriculares relevantes en etapas cada vez más tempranas, en un contexto en el que resulta improbable desempeñar una única profesión a lo largo de toda la vida laboral (Harris, 2015). Diversos informes señalan, además, la desaparición de un alto porcentaje de profesiones actuales y la necesidad de nuevas ocupaciones que exigirán mayores niveles de especialización (Álvarez, 2018). En consecuencia, se demanda una formación orientada a competencias transversales como la adaptación al cambio y el aprendizaje permanente, más que a la mera memorización de contenidos estáticos (Silva & Mazuera, 2019).

El concepto de aprendizaje continuo implica preparar a los estudiantes para una constante asimilación de nuevas competencias, desplazando el foco del aprendizaje desde el conocimiento puntual hacia habilidades vinculadas con la gestión de la información y la toma de decisiones (López et al., 2019). Cuanto mayor es el alineamiento entre los procesos de aprendizaje y los intereses del alumnado, más eficiente y duradero resulta el aprendizaje, aspecto crítico en un contexto en el que la actualización de competencias ha de sostenerse a lo largo de toda la vida (Ventosilla et al., 2021).

Esta orientación requiere una individualización efectiva del currículum que, si recae exclusivamente en el profesorado, demanda recursos difícilmente asumibles; de ahí la relevancia de los Entornos Virtuales de Aprendizaje como instrumentos para diseñar, administrar y distribuir contenidos educativos a gran escala, registrar el desempeño y contribuir a la personalización de la experiencia formativa (Cedeño, 2019). No obstante, uno de los desafíos de estas plataformas consiste en evitar que ofrezcan experiencias uniformes, por lo que

resulta esencial dotarlas de mecanismos que permitan al estudiantado configurar itinerarios personalizados de aprendizaje (Moreno et al., 2014; Barlovento Comunicación, 2019).

Cada estudiante es quien mejor conoce sus propios talentos y circunstancias personales. Con la preparación adecuada para la autorregulación y la toma de decisiones críticas, el alumnado puede ejercitar, mediante la individualización de su currículum, las competencias de autoformación que utilizará permanentemente durante el resto de su vida (Pegalajar, 2020). Es por ello que los Entornos Virtuales de Aprendizaje deben concebirse no como meras interfaces, sino como auténticos instrumentos para el aprendizaje (Cedeño, 2019).

### **El modelo flipped learning y las matemáticas**

Los enfoques tradicionales basados en la lección magistral y en la transmisión unidireccional de información dificultan la atención a la diversidad y limitan el desarrollo de competencias complejas (Lai et al., 2018). En contraste, el modelo flipped learning invierte el esquema convencional al trasladar la exposición teórica al trabajo autónomo del estudiante, generalmente mediante recursos digitales, reservando el tiempo de aula para el análisis, la discusión y la práctica guiada (Prieto et al., 2021).

Esta reorganización del tiempo y de las actividades favorece que el alumnado estudie a su propio ritmo, pueda revisar los materiales tantas veces como necesite y disponga de oportunidades para profundizar en los contenidos mediante tareas colaborativas y de aplicación (Sánchez-Cruzado et al., 2019). Entre las ventajas señaladas se encuentran la posibilidad de que estudiantes ausentes accedan a los contenidos, la flexibilidad temporal y la oportunidad de revisar segmentos específicos de los materiales audiovisuales cuando se presentan dificultades.

La literatura muestra que el flipped classroom, combinado con plataformas educativas que permiten estructurar los contenidos en nodos interconectados, incrementa la motivación, el rendimiento académico y la actitud positiva hacia las matemáticas en Educación Secundaria (Fernández-Martín et al., 2020; Hinojo Lucena et al., 2019; Fornons & Palau, 2016). Esta

materia, percibida a menudo como difícil, abstracta y alejada de la realidad, se asocia frecuentemente con desmotivación, ansiedad y bajos resultados, así como con estereotipos sobre diferencias de capacidad entre hombres y mujeres (Bazán & Aparicio, 2006; Rojas & Correa, 2014). Frente a este contexto, el uso de modelos que promueven la autodirección y la personalización del aprendizaje se plantea como una vía para mitigar el rechazo hacia la asignatura y mejorar las experiencias afectivas del alumnado (Mato et al., 2018).

En base a lo fundamentado anteriormente, el objetivo principal de este trabajo es determinar si la experiencia realizada incide en el rendimiento académico, con un posible incremento de los conocimientos de los estudiantes. Como objetivos secundarios se han establecido: analizar la satisfacción del alumnado y las emociones experimentadas durante la experiencia de aprendizaje, y establecer posibles diferencias en función del género del alumnado en la satisfacción y las emociones percibidas.

### **Metodología**

. El estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo con un diseño preexperimental de tipo pretest–postest con un solo grupo, cuyo propósito es valorar el efecto de la intervención basada en flipped classroom sobre el rendimiento en contenidos algebraicos. Para ello, se aplica una prueba de conocimientos al inicio de la experiencia y se repite el mismo instrumento al finalizar el proceso, permitiendo comparar el progreso del alumnado a lo largo de tres semanas.

El instrumento de evaluación de conocimientos incluye 13 ítems teóricos y 12 ejercicios de operaciones algebraicas, con una puntuación máxima de 100 puntos. La prueba se realiza de forma presencial en las instalaciones del centro educativo, distanciándose ambas aplicaciones en un periodo de tres semanas.

Adicionalmente, se diseña un cuestionario ad hoc para medir la satisfacción con la experiencia, que se valida mediante juicio de cinco expertos universitarios especializados en la temática (Adams & Wieman, 2010) y se estructura en tres dimensiones: aprendizaje (ítems 1 a

10), emociones (diferentes adjetivos sobre cómo se han sentido durante la experiencia) y valoración del modelo pedagógico (4 ítems). La valoración se realiza según una escala tipo Likert de cuatro puntos (1 = Muy en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = De acuerdo, 4 = Muy de acuerdo).

Los datos fueron organizados, codificados y analizados utilizando el paquete estadístico SPSS 24.0.

La muestra está compuesta por 62 estudiantes de 3.º y 4.º de Educación Secundaria Obligatoria matriculados en la asignatura de Matemáticas orientadas a las enseñanzas académicas en un instituto público de la Comunidad de Madrid durante el curso 2020-2021. Este grupo representa una parte de una población de 230 estudiantes, con una distribución aproximada del 39,7 % de hombres y el 58,7 % de mujeres.

La intervención se articula en torno a una unidad didáctica sobre expresiones algebraicas, cuyos contenidos se segmentan en siete unidades mínimas: introducción al álgebra, operaciones con monomios, suma y resta de polinomios, producto y división de polinomios, factorización de polinomios I, factorización de polinomios II y fracciones algebraicas. Estas unidades funcionan como nodos de una red conceptual interconectada, representada visualmente en una plataforma online (Genially), sobre la que el alumnado puede trazar distintos caminos de avance.

Esta disposición de los contenidos obedece a una doble necesidad: por un lado, influir lo menos posible sobre el orden de selección del alumno, evitando cualquier tipo de listado o camino que pueda llevar a una imagen de linealidad; por otro, asegurarse de que los estudiantes afrontan cada agrupación de contenidos con los conocimientos previos oportunos para que pueda llevarse a cabo un correcto entendimiento y un aprendizaje significativo.

Además, se definen ocho agrupaciones de contenidos previos (ACP) relativos a operaciones aritméticas fundamentales: suma y resta de números enteros y decimales, producto

de números enteros y decimales, división de números enteros y decimales, potencia de números enteros, descomposición en factores primos, propiedades de las fracciones, suma y resta de fracciones, y producto y división de fracciones. Estas ACP se consideran prerrequisitos para abordar adecuadamente las unidades algebraicas.

Cada unidad mínima de contenido y cada ACP se enlaza con vídeos educativos alojados en un servicio externo (Edpuzzle), en los que se insertan preguntas, notas de voz y cuestionarios que obligan a la interacción activa, evitando el consumo pasivo de los materiales. Cuando los estudiantes acceden a una unidad o ACP, se les presenta una ficha resumen con la descripción de contenidos, duración estimada y nivel de dificultad, facilitando la toma de decisiones sobre el siguiente paso en su itinerario.

El acceso a determinadas unidades se restringe mediante códigos alfanuméricos que el alumnado obtiene al completar actividades previas, lo que garantiza que afrontan cada bloque con los conocimientos necesarios. Para conseguirlo, se introdujeron piezas de código en forma de dígitos o letras dentro de los vídeos educativos, acomodadas estratégicamente entre los cuestionarios y las llamadas de atención, para que el estudiante las descubriese a medida que avanzaba por el material. Con la acumulación de las diferentes piezas, el alumno consigue los distintos códigos que dan acceso a cada una de las unidades de contenido. De este modo, cada unidad de contenido, a su vez, se convierte en contenido previo de otros ítems de mayor dificultad. Las ACP, que son la puerta de entrada a todo el proceso, son siempre de acceso libre.

Una vez realizada cada actividad, la plataforma ofrece al estudiante un feedback sobre los resultados obtenidos, dando acceso a todas las respuestas correctas. Esta respuesta automática puede ser enriquecida por el profesor añadiendo anotaciones puntuales a ciertas respuestas de interés o con recomendaciones a otros vídeos relacionados.

En total se elaboran 73 vídeos, con una duración acumulada de aproximadamente cinco horas y ocho minutos de contenidos, que el estudiantado trabaja de forma autónoma bajo el seguimiento del docente hasta obtener las credenciales que permiten presentarse al postest.

Dado que las distribuciones que se comparan generalmente no pueden considerarse normales por el tamaño de la muestra, se recurre a pruebas no paramétricas. Para comparar las puntuaciones de pretest y postest se utiliza la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Para contrastar las valoraciones en función del género se emplea la prueba U de Mann-Whitney, similar a la t de Student de la estadística paramétrica (Vickers, 2005).

## Resultados

Para determinar el efecto de la intervención sobre el rendimiento en conocimientos algebraicos se aplica la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, comparando las puntuaciones obtenidas en el pretest y en el postest. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas a favor del postest ( $p=,000$ ;  $Z=-6,347$ ), con un tamaño del efecto grande ( $r=0,47$ ), lo que evidencia una mejora sustancial del rendimiento tras la implementación del entorno autodirigido basado en flipped learning.

Tabla 1:  
Resultados de la prueba de Wilcoxon para el rendimiento en conocimientos algebraicos antes y después de la intervención

Medida	N	Rango promedio	Suma de rangos
Rangos negativos	5	12.80	64.00
Rangos positivos	56	32.25	1806.00
Empates	1		
Total	62		

En la dimensión de aprendizaje, las medias de los ítems se sitúan por encima de 3,45 en una escala de 1 a 5, con una media global de 4,01, lo que indica una valoración muy positiva de la experiencia. Los aspectos mejor valorados se relacionan con la capacidad de los vídeos para

facilitar la comprensión de los contenidos ( $M = 4,57$ ) y con el papel de los ejercicios en la consolidación del aprendizaje ( $M = 4,48$ ).

El alumnado también aprecia la detección de ideas previas como un mecanismo útil para orientar la elección de los siguientes contenidos ( $M = 4,18$ ) y reconoce que la planificación del itinerario contribuye a la asimilación de la materia ( $M = 4,13$ ), al desarrollo de la autonomía en el aprendizaje ( $M = 4,03$ ) y a la comprensión de la asignatura ( $M = 4,02$ ).

Tabla 2:  
Medias y desviaciones típicas de los ítems de la dimensión de aprendizaje

Ítem	Media	Desviación típica
Los vídeos permiten comprender los contenidos	4.57	0.62
Los ejercicios permiten afianzar los contenidos	4.48	0.68
La detección de ideas previas orienta la elección	4.18	0.74
La planificación del itinerario ayuda	4.13	0.79
Ha mejorado mi autonomía en el aprendizaje	4.03	0.82
Ha mejorado mi comprensión de la asignatura	4.02	0.85
Media global dimensión aprendizaje	4.01	0.75

El análisis de la dimensión de aprendizaje en función del género, mediante la prueba U de Mann-Whitney, no revela diferencias significativas entre hombres y mujeres ( $U = 322,500$ ;  $p = ,084$ ), lo que sugiere que la propuesta beneficia de forma similar a ambos grupos.

Table 3:  
Dimensión de aprendizaje en función del género del alumnado

Género	N	Rango promedio	U de Mann-Whitney
Hombre	25	27.90	322.500
Mujer	37	33.79	
Significación (bilateral)			$p = ,084$

En cuanto a la dimensión emocional, las medias correspondientes a sentimientos positivos se sitúan por encima de 3,74, mientras que las asociadas a emociones negativas se

mantienen por debajo de 2,53. Estos resultados indican que la experiencia genera un clima emocionalmente favorable, caracterizado por niveles elevados de entusiasmo, confianza, seguridad y satisfacción, y por una presencia reducida de emociones como ansiedad o frustración.

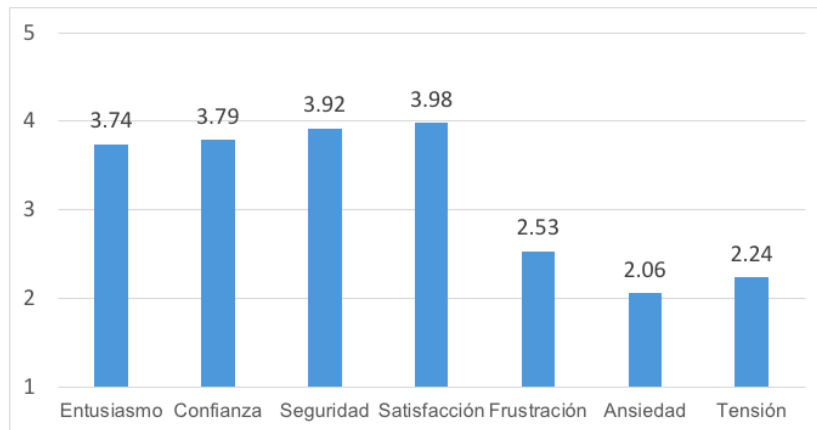


Figura 3: Medias de los ítems de la dimensión emociones (escala de 1 a 5)

El análisis de las emociones según el género no muestra diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres para ninguna de las emociones evaluadas. Este hallazgo sugiere que el entorno autodirigido y el uso del modelo flipped learning contribuyen a homogeneizar la experiencia emocional, contrarrestando posibles diferencias de afectividad hacia las matemáticas asociadas al género.

Tabla 4:  
Emociones experimentadas durante la experiencia según el género

Emoción	Género	Media	U de Mann-Whitney	<i>p</i>
Entusiasmo	Hombre	3.96	420.5	.523
	Mujer	4.05		
Confianza	Hombre	3.88	398.0	.372
	Mujer	4.02		
Seguridad	Hombre	3.80	412.5	.458
	Mujer	3.92		
Ansiedad	Hombre	2.48	438.0	.682
	Mujer	2.35		
Frustración	Hombre	2.52	425.5	.564

---

Mujer 2.41

---

### Valoración del modelo flipped Classroom

La dimensión relativa a la metodología refleja una satisfacción global de 4,11 sobre 5, con especial intensidad en el ítem que expresa el deseo de trabajar otros contenidos de la asignatura mediante este modelo, que alcanza una media de 4,34. Además, el 95 % del alumnado manifiesta que volvería a utilizar esta metodología en otras materias, lo que pone de relieve la aceptación generalizada del enfoque flipped classroom combinado con el entorno virtual.

Tabla 5:  
Descriptivos de los ítems de la dimensión metodológica sobre el modelo flipped Classroom

Ítem	Media	Desviación típica
Me gustaría trabajar otros contenidos con este modelo	4.34	0.71
El modelo ha facilitado mi aprendizaje	4.15	0.78
Recomendaría este modelo a otros compañeros	4.08	0.82
Usaría este modelo en otras asignaturas	3.87	0.89
Media global dimensión metodológica	4.11	0.80

### Discusión

Los resultados confirman que el modelo de enseñanza y aprendizaje implementado se muestra eficaz para mejorar los conocimientos algebraicos de los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria, en consonancia con estudios previos que evidencian incrementos de rendimiento académico asociados al flipped learning en matemáticas (Fernández-Martín et al., 2020; Hinojo Lucena et al., 2019). El hecho de que la mejora se logre en un contexto de trabajo mayoritariamente autónomo, apoyado en vídeos y actividades interactivas, refuerza la idea de

que la secuenciación tradicional impuesta por el docente no es indispensable para alcanzar buenos resultados de aprendizaje.

La experiencia también ofrece evidencia sobre la capacidad del entorno autodirigido para entrenar competencias de autoformación, al situar al alumnado ante la necesidad de tomar decisiones sobre su itinerario de aprendizaje, gestionar su tiempo y seleccionar los recursos más adecuados a su nivel de conocimientos previos (Ventosilla et al., 2021; Pegalajar, 2020). La elevada satisfacción y las emociones mayoritariamente positivas registradas indican que este tipo de propuestas contribuyen a generar un contexto de aprendizaje menos amenazante y más motivador, lo que resulta especialmente relevante en una materia que suele asociarse con ansiedad y rechazo (Bazán & Aparicio, 2006; Mato et al., 2018; Fuentes et al., 2020).

Utilizar un modelo que naturalmente propicia el aprendizaje autodirigido pone de manifiesto que la elección por parte del docente del orden en el que se presentan los contenidos no es un factor decisivo a la hora de conseguir buenos resultados con respecto al aprendizaje. Los resultados presentados en este trabajo ayudan a entender cómo las competencias en autoformación pueden ser entrenadas eficientemente mediante el aprendizaje autodirigido bajo el modelo pedagógico flipped classroom, ofreciendo además unos resultados de aprendizaje ventajosos para el alumnado (Fernández-Martín et al., 2020; Parra-González et al., 2020).

Los estudios previos señalan que a medida que los estudiantes progresan desde primaria hasta 4.º de ESO aparece cierto rechazo y apatía hacia las matemáticas, así como un bajo rendimiento (Bazán & Aparicio, 2006; López et al., 2019). Estas dificultades están relacionadas tanto con aspectos cognitivos como afectivos y emocionales del alumnado (Mato et al., 2018). En este sentido, dentro de la magnitud de la experiencia desarrollada se ha generado en los estudiantes sentimientos positivos como entusiasmo, confianza, seguridad y satisfacción, que permiten afirmar que seleccionar la secuenciación de los contenidos no solo no genera en el

alumno un sentimiento de incertidumbre o estrés añadido, sino que les permite desenvolverse con cierta comodidad y eficacia en el ambiente de la autodirección.

Estos resultados son muy positivos teniendo en cuenta que la afectividad hacia las matemáticas y la predisposición negativa hacia las mismas son el principal motivo de bajo rendimiento académico en la materia (Brown et al., 2021). Cualquier factor que ayude a invertir esta tendencia, generando un ambiente más atractivo o de menor tensión para su estudio, ofrece por tanto una oportunidad de mejorar las condiciones de aprendizaje de las matemáticas.

En relación con el género, el estudio no detecta diferencias significativas ni en la satisfacción ni en la dimensión emocional, lo que contrasta con investigaciones que apuntan a mayores niveles de inseguridad o ansiedad matemática en mujeres (Rojas & Correa, 2014; Mato et al., 2018). Los resultados sugieren que las condiciones de trabajo propuestas, basadas en la personalización de los itinerarios y en la flexibilidad para enfrentarse a los contenidos, pueden contribuir a reducir brechas de género en la percepción de competencia y en la vivencia afectiva de las matemáticas. Estos hallazgos son similares a los presentados por otros autores que no encuentran diferencias en las actitudes y rendimiento en matemáticas por el hecho de ser hombre y mujer cuando se trabaja con metodologías activas y personalizadas (Mato et al., 2018).

Las condiciones de trabajo propuestas se adaptan efectivamente a la diversidad de estilos de aprendizaje de los estudiantes, que es uno de los principales objetivos tanto del modelo flipped classroom como del aprendizaje autodirigido (Prieto et al., 2021). Se han desarrollado habilidades de gestión de la información y toma de decisiones esenciales para consolidar en los estudiantes la capacidad de aprendizaje autónomo y continuo, característica fundamental para enfrentarse a un escenario de gran dinamismo laboral como el que se nos plantea (Muhammad, 2020; Pegalajar, 2020).

## Conclusiones

La experiencia de aprendizaje autodirigido descrita valida el potencial del modelo flipped classroom, en combinación con un entorno virtual que fragmenta el temario en unidades mínimas y permite al alumnado configurar su propio itinerario, para mejorar el rendimiento académico, la satisfacción y las emociones asociadas al aprendizaje de las matemáticas en educación secundaria. El incremento significativo de los conocimientos algebraicos, acompañado de una alta valoración de la metodología y de un clima emocional positivo, respalda la incorporación de propuestas similares en contextos educativos que busquen fomentar la autonomía y la personalización del aprendizaje (Prieto et al., 2021; Parra-González et al., 2020).

Asimismo, la ausencia de diferencias significativas en función del género en satisfacción y emociones indica que este tipo de diseños pueden contribuir a ofrecer oportunidades más equitativas de aprendizaje, neutralizando estereotipos y barreras afectivas relacionadas con las matemáticas. El modelo pedagógico propuesto, la compartimentación del temario en ítems de contenido mínimo y la elección de los vídeos educativos como soporte de los conocimientos quedan validados teniendo en cuenta la buena acogida entre los estudiantes y los buenos resultados obtenidos con respecto al aprendizaje conseguido.

Entre las principales limitaciones destacan el número acotado de unidades didácticas implicadas y la dependencia de un conjunto concreto de materiales. De cara a efectuar una individualización efectiva del currículum, es necesario ampliar la cantidad de unidades didácticas implicadas en la experiencia, puesto que el volumen de ítems afecta a la proporción de posibles interacciones entre los mismos, y es justamente en dichas interacciones donde yace la capacidad de personalización del modelo que se propone y que serán los cimientos de las habilidades de autoformación que se persiguen.

Futuras investigaciones deberían ampliar el volumen de contenidos, diversificar los recursos y explorar la generalización del modelo a otros niveles educativos y áreas curriculares,

así como analizar el impacto a largo plazo de estas metodologías sobre el desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo y permanente.

### Referencias bibliográficas

- Álvarez, R. (2018). La automatización eliminará 75 millones de empleos para 2025, pero creará 133 millones de nuevas funciones, según WEF. *Xataka*. <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/automatizacion-eliminara-75-millones-empleos-para-2025-creara-133-millones-nuevas-funciones-wef>
- Barlovento Comunicación. (2019). *Análisis de consumo de televisión en los espectadores que reciben servicios de video en streaming*. <https://www.barloventocomunicacion.es>
- Bazán, J. L., & Aparicio, A. S. (2006). Las actitudes hacia la matemática-estadística dentro de un modelo de aprendizaje. *Educación*, 15(28), 7-20.
- Cedeño, E. (2019). Entornos virtuales de aprendizaje y su rol innovador en el proceso de enseñanza. *Rehuso*, 4(1), 119-127.
- Fernández-Martín, F. D., Romero-Rodríguez, J. M., Gómez-García, G., & Ramos Navas-Parejo, M. (2020). Impact of the flipped classroom method in the mathematical area: A systematic review. *Mathematics*, 8(12), 2162. <https://doi.org/10.3390/math8122162>
- Fornons, V., & Palau, R. F. (2016). Flipped classroom en la asignatura de matemáticas de 3º de Educación Secundaria Obligatoria. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 55, 1-17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2016.55.284>
- Harris, P. (2015). How many jobs should you expect to hold in your lifetime? Workopolis. <https://bit.ly/3L5yzer>
- Hinojo Lucena, F. J., Aznar Díaz, I., Romero Rodríguez, J. M., & Marín Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1), 9-18.
- Lai, H., Hsiao, Y. L., & Hsieh, P. J. (2018). The role of motivation, ability, and opportunity in university teachers' continuance use intention for flipped teaching. *Computers & Education*, 124, 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.013>
- López, J., Fuentes, A., López, J. A., & Pozo, S. (2019). Formative transcendence of flipped learning in mathematics students of secondary education. *Mathematics*, 7, 1226. <https://doi.org/10.3390/math7121226>
- López, J., Pozo, S., Fuentes, A., & López, J. A. (2019). Creación de contenidos y flipped learning: Un binomio necesario para la educación del nuevo milenio. *Revista Española de Pedagogía*, 77(274), 535-555. <https://doi.org/10.22550/REP77-3-2019-07>
- Mato, D., Muñoz, J., & Arias, A. (2018). Sexo, actitud y rendimiento en las matemáticas. Variables predictoras. *Estudios sobre Educación*, 35, 429-451. <https://doi.org/10.15581/004.35.429-451>

- Moreno, J., Ovalle, D., & Vicari, R. (2014). Una plataforma para la implementación de cursos en línea adaptativos: Descripción y punto de vista de los docentes. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16(3), 103-117.
- Muhammad, M. (2020). Promoting students' autonomy through online learning media in EFL class. *International Journal of Higher Education*, 9(4), 320-331. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n4p320>
- Pegalajar, M. (2020). Estrategias de trabajo autónomo en estudiantes universitarios noveles de educación. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 18(3), 29-45. <https://doi.org/10.15366/reice2020.18.3.002>
- Prieto, A., Barbarroja, J., Álvarez, D., & Corell, A. (2021). Eficacia del modelo de aula invertida (flipped classroom) en la enseñanza universitaria: Una síntesis de las mejores evidencias. *Revista de Educación*, 391, 149-177. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-391-476>
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., & Barbarroja, J. (2020). La medición del impacto de las innovaciones metodológicas sobre los resultados de la docencia universitaria. *RIECS*, 5(1), 50-59. <https://doi.org/10.37536/RIECS.2020.5.1.201>
- Rojas, M., & Correa, D. (2014). ¿El género en las matemáticas? Un análisis de los resultados de las olimpiadas matemáticas. *Escenarios*, 12(1), 82-91.
- Tourón, J., & Santiago, R. (2015). El modelo flipped learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educación*, 368, 196-231. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2015-368-288>
- Ventosilla, D., Santa María, H., Ostos, F., & Flores, A. (2021). Aulas invertidas en el aprendizaje significativo de estudiantes del primer ciclo universitario. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 1-18. <https://doi.org/10.15359/ree.25-1.15>
- Vickers, A. J. (2005). Parametric versus non-parametric statistics in the analysis of randomized trials with non-normally distributed data. *BMC Medical Research Methodology*, 5(1), 35. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-5-35>