

Aula invertida en matemática mediada por la creación de videos usando la plataforma YouTube para estudiantes de ingeniería

Flipped classroom in mathematics mediated by video creation using the YouTube platform for engineering students

Marco Antonio Ayala Chauvin¹

¹ Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

maayala5@utpl.edu.ec

Recibido: 15/09/2022 | Corregido: 23/03/2023 | Aceptado: 21/04/2023

Cita sugerida: M. A. Ayala Chauvin, "Aula invertida en matemática mediada por la creación de videos usando la plataforma YouTube para estudiantes de ingeniería," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 35, pp. 21-27, 2023. doi:10.24215/18509959.35.e3

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

El presente estudio describe una experiencia didáctica llevada a cabo en el Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, para el componente de Análisis Matemático Multivariado. Durante un semestre, se implementó la metodología de aula invertida como enfoque de enseñanza-aprendizaje. El docente produjo videos de las clases y los alojó en la plataforma YouTube para que los estudiantes pudieran revisarlos de manera asíncrona durante su trabajo autónomo. Además, se elaboraron talleres para que los estudiantes pudieran desarrollarlos en las reuniones síncronas con el docente. Al final del semestre, se aplicó una encuesta para evaluar la percepción de los estudiantes sobre el uso de videos originales y la realización de talleres. Los resultados indicaron una valoración positiva de la metodología de aula invertida, especialmente en cuanto al aprovechamiento del tiempo en el aula y el interés por el componente. También se observó una preferencia por el enfoque de aula invertida en comparación con el sistema tradicional y el uso de videos como complemento a la explicación del profesor. Finalmente, los videos se consideraron como un soporte útil para ponerse al día en el componente, lo que demuestra que esta metodología puede mejorar los resultados académicos de los estudiantes.

Palabras clave: Aula invertida; Cálculo; Estrategias de enseñanza/aprendizaje; Herramientas didácticas tecnológicas; YouTube.

Abstract

The present study describes a didactic experience carried out in the Department of Education Sciences of the Technical University of Loja, Ecuador, for the Multivariate Mathematical Analysis component. For one semester, the flipped classroom methodology was implemented as a teaching-learning approach. The teacher produced class videos and hosted them on the YouTube platform so that students could review them asynchronously during their independent work. In addition, workshops were developed so that students could work on them during synchronous meetings with the teacher. At the end of the semester, a survey was conducted to evaluate students' perception of the use of original videos and the completion of workshops. The results indicated a positive assessment of the flipped classroom methodology, especially in terms of the use of time in the classroom and interest in the component. There was also a preference for the flipped classroom approach compared to the traditional system and the use of videos as a complement to the teacher's explanation. Finally, the videos were considered a useful support for catching up on the component, demonstrating that this methodology can improve students' academic results.

Keywords: Flipped Classroom; Calculus; Teaching/learning strategies; Technological educational tools; YouTube.

1. Introducción

Esta experiencia didáctica se realizó con el componente de Análisis Matemático Multivariado del Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) - Ecuador, y se utilizó la metodología de aula invertida.

Desde el año 2018 en la UTPL se desarrolla el proyecto denominado "buenas prácticas docentes" con el fin de ampliar la dimensión didáctica de los docentes. Esta dimensión didáctica se ha venido fortaleciendo con el uso de metodologías activas, y herramientas tecnológicas para el mejoramiento permanente de la dinámica enseñanza-aprendizaje.

Se eligió el componente de Análisis Matemático Multivariado, para darle un soporte visual dinámico a los contenidos mediante herramientas como la Pizarra Digital, GeoGebra, y YouTube. Se escogió la metodología de aula invertida porque permite el acceso permanente a escenarios formativos digitales. En síntesis, se elaboró el contenido de cada clase en videos, y talleres para almacenarlos en YouTube, y así, los estudiantes pudieran revisar previamente los contenidos en sesiones asíncronas denominadas "trabajo autónomo" dentro de la planificación de la materia. El trabajo autónomo se realiza previo a la "sesión sincrónica" en la cual el docente guía la clase presencial.

En la clase presencial o fase de "aprendizaje en contacto con el docente" el profesor guía el desarrollo de un taller donde los estudiantes aplican los conceptos aprendidos en su espacio autónomo.

Finalmente, en este artículo se presenta el proceso de creación de contenidos e implementación del aula invertida, y los resultados de una encuesta de percepción aplicada a los estudiantes acerca del aprovechamiento de videos y talleres, el interés por el componente, la valoración de diferentes aspectos de la dinámica de enseñanza-aprendizaje y un análisis de resultados académicos.

2. Objetivos

- Mostrar la experiencia de aula invertida realizada en el componente Análisis Matemático Multivariado para estudiantes de Ingeniería.
- Conocer la percepción de los estudiantes acerca del aula invertida mediante el uso de videos originales en escenarios formativos digitales, y el desarrollo de talleres en el espacio sincrónico.

3. Marco Conceptual

3.1. Creación de Contenido

Con la incorporación de la educación online, en la etapa de confinamiento originada por la covid-19, se ha puesto en evidencia las carencias del sistema educativo tradicional

dando a conocer que el docente no dispone de los recursos suficientes, ni tampoco de una formación adecuada para crearlos.

Por esta razón los docentes han incorporado la creación de contenidos, aumentando la dimensión didáctica de sus competencias digitales, como por ejemplo: videotutoriales, videos personalizados, talleres en línea, entre otros [1].

El Ministerio de Educación de la República de Ecuador [2] indica que los docentes priorizarán el logro de los aprendizajes de los estudiantes en sus procesos de enseñanza, por ello prestarán mayor atención a los indicadores de evaluación de las diferentes asignaturas que conforman el Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales.

Sobre la base de estos lineamientos se crearon videos educativos como medio didáctico para la trasmisión, y la asimilación de conocimientos por parte de los alumnos [3]. Se uso la web 2.0 donde los usuarios pueden crear contenido con diversas herramientas gratuitas. Estas herramientas no necesitan instalación, y son válidas en cualquier sistema. La herramienta que se utilizó en el presente estudio para crear y compartir videos fue YouTube.

Es sustancial destacar que tener el acceso al contenido no garantiza el aprendizaje. Para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje es además necesario el intercambio entre usuarios a través de la Web 2.0, donde se propician espacios de interacción y enriquecimiento de contenido [4], y en el contexto del aula invertida, este proceso culmina en una sesión sincrónica en contacto con el docente.

3.2. Aula Invertida

Esta metodología invierte los roles de la enseñanza tradicional en la cual el profesor imparte la clase, y convierte al estudiante en el protagonista de su aprendizaje. En este sentido el profesor se encarga de crear escenarios formativos de los contenidos basados en resultados de aprendizaje haciendo uso de materiales impresos, videos, audios, simulaciones entre otros, de tal forma que el estudiante pueda acceder a ellos de manera asíncrona.

En efecto, el estudiante accede a esta información ordenada apoyado por el uso de tecnología; usando internet, aplicaciones móviles entre otras herramientas de comunicación, hasta alcanzar la fase autónoma (asíncrona) de su aprendizaje. Posteriormente, en la clase (sesión sincrónica) se refuerza la fase autónoma mediante la resolución de un taller presencial guiado por el profesor, y de un espacio personalizado para aclarar dudas [5].

El almacenamiento de los videos para la clase invertida se hizo en YouTube, que es una plataforma creada por Chad Hurley, Steve Chen, y Jawed Karim. Esta plataforma permite crear, almacenar, y disponer de los videos de manera permanente, creando un espacio para el *trabajo autónomo*.

4. Metodología

La metodología de esta experiencia didáctica constó de 3 etapas:

Etapa 1: Elección y organización de la estructura de contenidos para el espacio formativo basados en los resultados de aprendizaje del componente.

Etapa 2: Creación y almacenamiento de videos y talleres de cada clase.

Etapa 3: Implementación de la metodología de clase invertida durante el semestre Abril-agosto 2022.

Etapa 4: Aplicación de encuesta a los estudiantes al final del semestre y análisis de resultados académicos.

4.1. Etapa 1

En esta etapa se eligieron los contenidos basados en los resultados de aprendizaje de la asignatura Análisis Matemático Multivariado, correspondiente al cuarto ciclo de la carrera Ingeniería Civil. Los contenidos elegidos fueron: a) Sistemas de coordenadas, b) Ubicación e interpretación geométrica en diferentes sistemas de coordenadas de punto recta, y plano en el espacio, c) Ecuación general del plano, d) Funciones de dos variables, e) Definición dominio de funciones de dos variables, f) Interpretación geométrica de funciones de dos o más variables, g) Definición de una integral triple, h) La integral triple, i) Integrales triples en otros sistemas de coordenadas, j) Funciones vectoriales, k) Recta tangente a un punto o parámetro de una función vectorial, l) vector tangente, m) Cálculo de funciones vectoriales, n) Integrales de línea, y o) Parametrización de superficies.

Con apoyo en estos contenidos se generó la estructura de los videos y talleres.

4.2. Etapa 2

En esta etapa se crearon los videos de cada clase junto con el taller correspondiente. El contenido de los videos se muestra en la Figura 1. Estos se encuentran almacenados en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3TCcq14>



Figura 1. Videos almacenados en YouTube (Canal Prof. Marco Ayala)

Por cada clase se crearon seis videos (cada uno de 14 minutos de duración) tomando en cuenta un guion que se estructuró de la siguiente forma: Saludo, explicación intuitiva del objeto matemático, formalización del concepto, desarrollo de ejercicios y representación dinámica en GeoGebra 5.0. Para la creación de los videos se usó una tabla digitalizadora Wacom®, y la pizarra digital SmoothDraw 4.0.5.

Por ejemplo, para la clase "La integral triple" el material para el estudiante se encuentra en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3RvPgHQ>. Seguidamente se elaboró por parte del docente el taller correspondiente a esa clase. En este taller se plantea un ejercicio del objeto matemático estudiado. En la Figura 2 se muestra el desarrollo analítico de un taller donde el estudiante logró la apropiación del conocimiento.

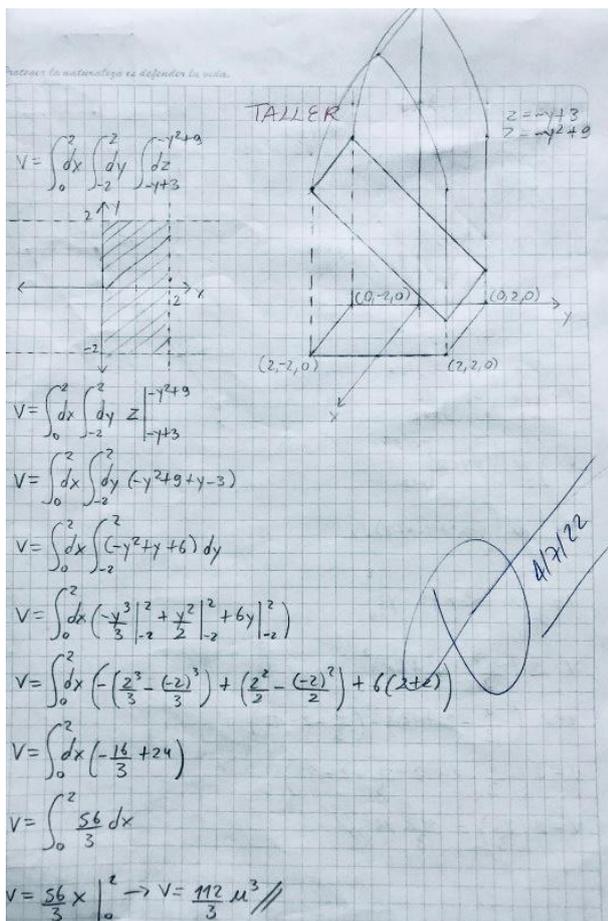


Figura 2. Taller: Integrales triples

4.3. Etapa 3

Durante la etapa de implementación, la metodología de aula invertida se explicó a los estudiantes en la primera clase. Además, dicha explicación estuvo disponible permanentemente en el "Entorno Virtual de Aprendizaje" EVA de la UTP. El EVA es una herramienta de comunicación e interacción estudiante-docente, que permite el almacenamiento de la planificación de la materia entre otras funciones académicas.

El componente se imparte en dos sesiones asíncronas semanales de dos, y tres horas, que se desarrollan durante 16 semanas.

En el plan de estudios denominado "Plan docente de la asignatura" que es presentado al estudiante se incluyó un enlace para que el estudiante acceda con facilidad a su espacio formativo digital con los videos de la clase. A continuación, se muestra un ejemplo de la organización de la semana 1 del Plan docente, donde se observa el enlace en el apartado "Actividades del componente: Aprendizaje autónomo" (Tabla 1).

Tabla 1. Detalle del plan docente del componente Análisis Matemático Multivariado. Semana 1

Semana 1		
Competencias de la carrera	Diseñar obras de ingeniería civil empleando técnicas de control de calidad, de seguridad y de protección del medio ambiente y herramientas computacionales para generar obras de ingeniería civil adecuadas al entorno en las que se desarrollarán	
Contenidos a desarrollarse	Diagnóstico y socialización del plan académico. Sistemas de coordenadas Coordenadas y vectores en el plano Coordenadas y vectores en el espacio Vectores en el espacio tridimensional El producto escalar de dos vectores El producto vectorial de dos vectores en el espacio	
Resultados de aprendizaje	Conocer y diferenciar los sistemas de coordenadas Ubicación e interpretación geométrica de objetos matemáticos en los diferentes sistemas de coordenadas	
Actividades del componente: Aprendizaje en contacto con el docente	Evaluación diagnóstica. Taller (Docente guía la resolución de problemas o casos, donde el estudiante aplica los conceptos aprendidos en su trabajo autónomo)	
Horas del componente: Aprendizaje en contacto con el docente	Total, de horas: 3	
Actividades del componente: Aprendizaje práctico - experimental	Entorno Virtual: Resolución de problemas de aplicación y talleres en simuladores matemáticos: GeoGebra, Symbolab	
Horas del componente: Aprendizaje práctico - experimental	Total, de horas: 2	
Actividades del componente: Aprendizaje autónomo	Resolución de ejercicios propuestos. Videos del tema: https://bit.ly/3QU6IWE	2 horas 2 horas
Horas del componente: Aprendizaje autónomo	Total, de horas: 4	

La sección "aprendizaje en contacto con el docente" (Tabla 1), muestra las actividades que el docente guiará de manera presencial por medio de un taller escrito. Seguidamente el estudiante almacena una captura de su taller cada semana en un repositorio individual. El profesor retroalimenta el taller la misma semana de la entrega.

4.4. Etapa 4

Finalmente se elaboró una encuesta de 18 preguntas, adaptada de Ros-Gálvez y A. Rosa-Garcia [6]. Esta

encuesta se aplicó a una población de 50 estudiantes (Tabla 2).

Tabla 2. Encuesta Aula Invertida

P1.	He tenido internet estable para reproducir los videos
P2.	Los videos son más que suficientes para el estudio de la asignatura
P3.	Los videos se han ajustado a las actividades que se han realizado en el aula
P4.	Me resulta más familiar estudiar a través de internet que haciendo uso de otros materiales
P5.	Con los videos me he puesto al día cuando he perdido el ritmo de la asignatura
P6.	Los videos sustituyen adecuadamente la explicación del profesor en el aula
P7.	Los videos complementan adecuadamente la explicación del profesor en el aula
P8.	Hay conceptos que se entienden mejor mediante la explicación del profesor en el aula que en los videos
P9.	He visto cada video de forma continua sin parar la reproducción en ningún momento
P10.	He reproducido los videos varias veces hasta entender los conceptos
P11.	Prefiero el sistema tradicional de enseñanza, en el que el profesor explica los contenidos en clase, aunque se dedique un menor tiempo a realizar actividades colaborativas
P12.	Ha contribuido a que gestione mejor mi tiempo de estudio
P13.	El estudiar ha dependido menos del profesor y más de mí mismo
P14.	Ha aumentado mi interés por el componente
P15.	Me ha permitido tener una relación más cercana con mis compañeros
P16.	Me ha permitido tener una relación más cercana con el profesor
P17.	Creo que las clases se convierten en más prácticas y tienen más trabajo
P18.	Siento que se aprovecha de mejor manera el tiempo en el aula

La encuesta abordó los aspectos más importantes de la metodología, como el aprovechamiento del tiempo en el aula, la relación entre pares, el uso del material audiovisual, entre otros. Para las opciones de respuesta se utilizó la escala Likert (Tabla 3).

Tabla 3. Escala Likert

1	Nunca
2	Casi Nunca
3	A veces
4	Casi Siempre
5	Siempre

Para determinar la fiabilidad de la encuesta, se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach con el software SPSS versión 18.0. La encuesta del presente estudio obtuvo un Alfa de Cronbach de: 0,828 lo que indica que es fiable (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del análisis de fiabilidad de la encuesta

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	Nº de elementos
0,828	18

5. Resultados y Discusión

La encuesta fue respondida por 41 estudiantes. A continuación, se muestran los resultados de la encuesta (Figura 3). Las preguntas corresponden a Tabla 2.

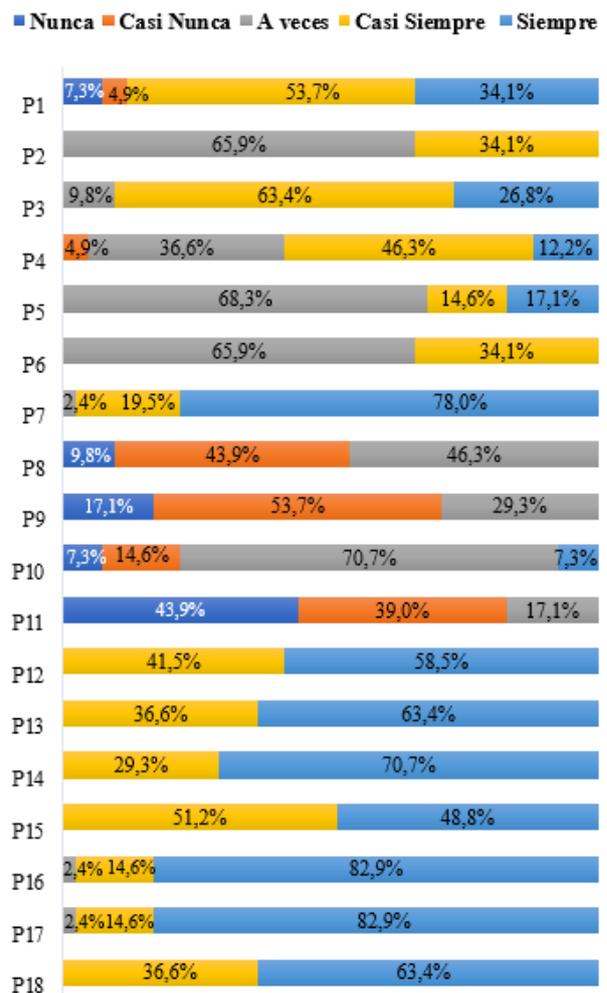


Figura 3. Resultados de la encuesta Aula Invertida

5.1. Aprovechamiento del tiempo en el aula y practicidad de las clases

El tiempo en el aula es utilizado para reforzar conceptos por medio del taller. Se pregunto acerca de que si sentían que se aprovechaba de mejor manera el tiempo en el aula (pregunta 1), y si las clases eran prácticas (pregunta 2).

Los estudiantes se ubicaron entre 5 y 4 en la escala de Likert (Siempre y Casi Siempre) con porcentajes de 63,41% y 36,59% respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5. Aprovechamiento de tiempo en aula. Número de estudiantes que respondió la pregunta (N)

	N	%
Casi Siempre	15	36,6%
Siempre	26	63,4%

Estos resultados nos indican que los estudiantes ven de manera positiva el aprovechamiento del tiempo en el aula para reforzar lo que aprendieron en el espacio de trabajo autónomo.

5.2. Interés por el componente

Se preguntó el interés por el componente aumentó con el uso de la metodología del aula invertida.

Los estudiantes se ubicaron entre 5 y 4 de la escala de Likert con porcentajes de 70,73% y 29,27% respectivamente (Tabla 6). Estos resultados indican que hubo un aumento de interés por el componente con respecto a otros componentes que los estudiantes estaban cursando ese mismo ciclo.

Tabla 6. Interés por el componente. Número de estudiantes que respondió la pregunta (N)

	N	%
Casi Siempre	12	29,3%
Siempre	29	70,7%

5.3. Preferencia del sistema tradicional o el aula invertida

Los resultados acerca de la preferencia del sistema tradicional, respecto al aula invertida, se ubican en la escala de Likert en los valores de 1, 2 y 3 (Nunca, Casi Nunca, A veces).

Se muestran los siguientes porcentajes: 43,90%; 39,02% y 17,07% respectivamente (Tabla 7). Esta tendencia indica claramente que la mayoría no prefirió el sistema tradicional.

Tabla 7. Preferencia del sistema tradicional o aula invertida. Número de estudiantes que respondió la pregunta (N)

	N	%
Nunca	18	43,9%
Casi Nunca	16	39,0%
A veces	7	17,1%

5.4. Uso de los videos como complemento a la explicación del profesor

Respecto al uso de los videos como un adecuado complemento a la explicación del profesor, la escala de Likert reflejó los valores de 5, 4, y 3 (Siempre, Casi siempre, A veces), con los siguientes porcentajes 78,05%; 19,51% y 2,44% respectivamente (Tabla 8). Estos

resultados nos indican que la mayoría de los estudiantes vieron de los videos como un buen complemento de la explicación del docente.

Tabla 8. Videos complementan la explicación del profesor. Número de estudiantes que respondió la pregunta (N)

	N	%
A veces	1	2,4%
Casi Siempre	8	19,5%
Siempre	32	78,0%

5.5. Con respecto a que si los videos han puesto al día cuando ha perdido el ritmo del componente

Se indagó acerca de que si los videos sirven para ponerse al día cuando se pierde el ritmo del componente. En la escala de Likert los valores están en 5, 4 y 3 (Siempre, Casi siempre, A veces) con los siguientes porcentajes respectivamente: 17,07%; 14,63% y el 68,29% (Tabla 9). De acuerdo a este resultado, los estudiantes que faltaron a clases, se ponen al día con el componente haciendo uso de los videos.

Tabla 9. Utilidad de los videos para ponerse al día en el componente. Número de estudiantes que respondió la pregunta (N)

	N	%
A veces	28	68,3%
Casi Siempre	6	14,6%
Siempre	7	17,1%

5.6. Análisis de resultados académicos

Podemos observar en la tabla 10, que el curso 2 tiene una media ligeramente superior al curso 1, lo que sugiere que los estudiantes obtuvieron calificaciones más altas en promedio en ese curso. Sin embargo, las desviaciones estándar de ambos cursos son similares, lo que sugiere que las calificaciones en ambos cursos están distribuidas de manera similar. En resumen, el curso 2 parece tener un rendimiento ligeramente mejor en promedio, pero ambos cursos parecen tener una distribución de calificaciones similar.

Tabla 10. Comparación de Resultados entre Curso 1 Enseñanza Tradicional (Curso 1) y Clase invertida (Curso 2), Numero de Estudiantes (N)

	Curso 1	Curso 2
Media	6,59	7,47
Desviación Estándar	2,15	2,17
(N)	50	50

Los resultados encontrados están en consonancia con una investigación que recoge algunos métodos didácticos en la educación superior [7].

Esta investigación plantea que en el aula invertida el tiempo de la sesión síncrona es usado de manera efectiva, logrando así el interés y compromiso del estudiante

Además, fortalece el trabajo autónomo del estudiante.

Por el lado de los videos originales que el docente genera un recurso dinámico al estudiante por cuanto se incluye la voz del profesor y sus explicaciones. Los videos son alojados en el internet los mismos que son accesibles para el estudiante de esta forma lo usa de manera asíncrona para aclarar conceptos que no le han quedado claros deteniendo la explicación.

Los videos son un complemento de la clase presencial y posibilita la recuperación de clases perdidas.[8]

Conclusiones

Los resultados obtenidos de la encuesta mostraron que los estudiantes ven de manera positiva la implementación de la metodología del aula invertida. La mayoría de los estudiantes se sienten cómodos con la organización del contenido audiovisual de las clases elaborado por el docente.

Luego de implementar el modelo de aula invertida en un curso durante un semestre y utilizar la enseñanza tradicional en otro curso en el mismo periodo, se puede concluir que el aula invertida resultó en una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes. Los estudiantes que participaron en el curso con el modelo de aula invertida mostraron una mayor retención de conocimientos, mejores habilidades para la resolución de problemas, y una mayor motivación y compromiso en su aprendizaje en comparación con el grupo de estudiantes que recibió enseñanza tradicional.

La metodología de enseñanza utilizada en el aula invertida permitió a los estudiantes tener un acceso más autónomo a los recursos y materiales de aprendizaje antes de la clase, lo que les permitió prepararse mejor y tener una comprensión más profunda de los temas antes de asistir a la clase. Además, el tiempo en el aula se utilizó para enfocarse en la resolución de problemas y la colaboración en equipo, lo que permitió a los estudiantes participar activamente en el proceso de aprendizaje.

Estos resultados sugieren que el aula invertida es una estrategia de enseñanza efectiva para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con la enseñanza tradicional. Es importante continuar explorando y desarrollando nuevas técnicas de aula invertida para maximizar el potencial de esta metodología y mejorar aún más el rendimiento académico de los estudiantes.

Sobre la base de estos resultados, se infiere que aplicar la metodología de aula invertida en los siguientes semestres constituiría una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas para ingeniería.

Referencias

- [1] UNESCO, "Las competencias digitales son esenciales para el empleo y la inclusión social," 18 de marzo de 2018. [En línea]. Disponible en: <https://es.unesco.org/news/competencias-digitales-son-esenciales-empleo-y-inclusion-social>. (accedido 1 de septiembre de 2022).
- [2] Ministerio de Educación de la República de Ecuador, "Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales," Ministerio de Educación, 2021.
- [3] L. B. Ramos, "¿Qué es el vídeo educativo?," *Comunicar*, no. 6, 1996. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15800620>
- [4] C. Cobo, H. P. Kuklinski, *Planeta Web 2.0.: Inteligencia colectiva o medios fast food*. LMI, 2000.
- [5] J. Bergmann, A. Sams, *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education, 2012.
- [6] A. Ros-Gálvez y A. Rosa-García, "Uso del vídeo docente para la clase invertida: evaluación, ventajas e inconvenientes", 2014.
- [7] B. Peña-Acuña, *Current Didactic methods for Higer Education [in English]*, 2014.
- [8] K. P. Fulton, "10 Reasons to Flip," *Phi Delta Kappan*, vol. 94, no. 2, pp. 20-24, oct. 2012, doi: <http://doi.org/10.1177/003172171209400205>.

Información de Contacto del Autor:

Marco Antonio Ayala Chauvin
Universidad Técnica Particular de Loja
Loja
Ecuador

<https://investigacion.utpl.edu.ec/es/maayala5>
maayala5@utpl.edu.ec

ORCID id: <https://orcid.org/0000-0002-0084-6773>

Marco Antonio Ayala Chauvin

Magister en Educación Matemática, Docente de la Maestría de Educación mención Enseñanza de la Matemática de la UTPL componente: Didáctica del Cálculo. Docente de la UTPL en pregrado componentes: Análisis Matemático Univariado y Multivariado, Ecuaciones Diferenciales, Métodos Numéricos, Cálculo para Ciencias Biológicas, Álgebra Lineal, Fundamentos Matemáticos. Universidad de Medellín con la tesis Meritoria: "La Noción de Equipartición de Fracción a través de Objetos Musicales".