

UNIVERSIDAD VIRTUAL DE ESTUDIOS SUPERIORES

DOCTORADO EN EDUCACIÓN EN GESTIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



“IMPACTO DEL AULA INVERTIDA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA MEDIR EL NIVEL DE APROVECHAMIENTO EN ESTUDIANTES DE PRECÁLCULO DEL COLEGIO AMERICANO”

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN
GESTIÓN EDUCATIVA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

P R E S E N T A

NOMBRE: JUNE MARIE MITSUHASHI GONZÁLEZ

DIRECTOR: DR. PAVLOV COMENIO AGÜERO AMARO

GUADALAJARA, JALISCO, MÉXICO

ABRIL, 2026

**UNIVERSIDAD VIRTUAL
DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**DOCTORADO EN
EDUCACIÓN EN GESTIÓN E INNOVACIÓN
TECNOLÓGICA**



**“IMPACTO DEL AULA INVERTIDA COMO
ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA MEDIR EL NIVEL
DE APROVECHAMIENTO EN ESTUDIANTES DE
PRECÁLCULO DEL COLEGIO AMERICANO”**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN
EDUCACIÓN EN GESTIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

Agradecimientos

Expreso mi más sincera gratitud a todas las personas que contribuyeron de manera directa o indirecta a la culminación de este proyecto.

A mi Mamá, por ser mi mayor ejemplo a seguir y el pilar fundamental de mi vida. Gracias por educarme con la convicción de mejorar cada día, no solo como profesional, sino como persona. Tu fortaleza y valores te convierten en mi modelo a seguir y en mi eterno héroe.

A mi hermana, Kay, por su apoyo incondicional en cada etapa de este proceso. Gracias por saber escucharme, por impulsarme siempre a superarme, por hacer este trayecto más ligero y por ser una motivación constante para llegar a la meta.

A mis amigos y compañeros de camino, gracias por estar presentes; sus consejos, sugerencias y valiosas aportaciones fueron de gran ayuda. Gracias por compartir conmigo sus experiencias.

A The American School Foundation of Guadalajara, por su respaldo, confianza y apertura para facilitar la implementación de esta investigación en sus aulas.

Al Dr. Pavlov Comenio Agüero Amaro, director de esta investigación, cuya disciplina académica y guía estratégica fueron pilares fundamentales para concluir este trabajo.

Asimismo, agradezco a la Universidad Virtual de Estudios Superiores (UNIVES) por facilitar un entorno de aprendizaje que impulsa el análisis crítico, la innovación docente y el desarrollo profesional permanente.

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a Mamá y Kay, ellas son “La gente que me gusta”.

“La sensibilidad, el coraje, la solidaridad, la bondad, el respeto, la tranquilidad, los valores, la alegría, la humildad, la fe, la felicidad, el tacto, la confianza, la esperanza, el agradecimiento, la sabiduría, los sueños, el arrepentimiento y el amor para los demás y propio son cosas fundamentales para llamarse GENTE.”

Mario Benedetti.

Índice

<u>Agradecimientos</u>	I
<u>Dedicatoria</u>	II
<u>Índice</u>	III
<u>Resumen</u>	VI
<u>Abstract</u>	VIII
<u>Introducción</u>	1
<u>CAPÍTULO I</u>	4
<u>Planteamiento del problema</u>	4
<u>1.1 Descripción del Problema de Investigación</u>	4
<u>1.1.1 Pregunta de investigación</u>	6
<u>1.2 Objetivos de la investigación</u>	6
<u>1.2.1 Objetivo general</u>	6
<u>1.2.2 Objetivos específicos</u>	7
<u>1.3 Justificación</u>	7
<u>1.4 Hipótesis</u>	9
<u>CAPÍTULO II</u>	12
<u>Marco teórico y referencial</u>	12
<u>2.1 Marco histórico</u>	12
<u>2.1.1 Investigaciones Internacionales</u>	15
<u>2.1.2 Investigaciones Nacionales</u>	26
<u>2.2 Marco conceptual fundamentado (adopción de la teoría y definición de variables o categorías)</u>	33
<u>2.3 Marco contextual-institucional</u>	50
<u>2.4 Esquema gráfico del marco histórico-conceptual</u>	56

<u>CAPÍTULO III</u>	57
<u>Metodología de la investigación</u>	57
<u>3.1 Elección del enfoque metodológico</u>	57
<u>3.2 Descripción del método de investigación</u>	58
<u>3.3 Diseño de la investigación</u>	62
<u>3.4 Elección de población y muestra</u>	65
<u>3.4.1 Instrumentos de recolección de datos</u>	67
<u>3.4.2 Operaciones de categorías y variables</u>	71
<u>3.4.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos</u>	80
<u>3.4.4 Pruebas piloto</u>	82
<u>CAPÍTULO IV</u>	88
<u>Aplicación, análisis y resultados</u>	88
<u>4.1 Análisis de los resultados cualitativos o cuantitativos</u>	88
<u>4.2 Discusión: comparación entre los resultados propios con los resultados de otros autores</u>	95
<u>4.3 En caso de tener hipótesis probarla mediante algún estadístico, en caso de tener supuestos argumentar si se cumplen o no</u>	97
<u>CAPÍTULO V</u>	105
<u>Conclusiones</u>	105
<u>5.1 Sobre la solución al problema de investigación</u>	105
<u>5.2 Sobre el logro de los Objetivos</u>	104
<u>5.3 Beneficios de la investigación</u>	106
<u>5.4 Beneficios del Marco Teórico</u>	112
<u>5.5 Conclusiones del Marco Metodológico</u>	116
<u>5.6 Conclusiones generales</u>	120
<u>5.7 Proyecciones y recomendaciones</u>	122
<u>Referencias y bibliografía</u>	125

<u>Tablas y figuras</u>	137
<u>Anexos</u>	139
<u>Glosario</u>	153

Resumen

Los alumnos del Colegio Americano de Guadalajara enfrentan contenidos de materias con alto nivel de abstracción y complejidad que tradicionalmente limita el tiempo efectivo de realizar prácticas profundas durante la jornada escolar, evidenciando la necesidad de optimizar el espacio presencial grupal y fortalecer la gestión autónoma del aprendizaje de cada alumno fuera del aula. La presente investigación atiende esta problemática detectada mediante el análisis del impacto del modelo de aula invertida (flipped classroom) en el aprovechamiento académico de estudiantes de bachillerato en la materia de precálculo.

Desde un enfoque cuantitativo, se empleó un diseño cuasi-experimental de medidas repetidas con una muestra de 74 estudiantes de nivel bachillerato, categorizados en niveles regular y avanzado. Se utilizó la prueba de MAP (Measure of Academic Progress) como covariable de conocimiento previo para garantizar el rigor del análisis. Los datos se procesaron mediante el software estadístico JMP, empleando un análisis de covarianza (ANCOVA).

Las variables centrales fueron el aprovechamiento académico, el nivel del curso (avanzado o regular) y el modelo de instrucción (aula invertida contra tradicional). Los hallazgos muestran que al implementar la estrategia de aula invertida, apoyándose en plataformas como Albert.io, College Board y flippedmath.com, los estudiantes lograron mantener un rendimiento académico equiparable al modelo tradicional, con la ventaja competitiva de una mayor resiliencia ante el ausentismo y una mejor dosificación de la carga cognitiva.

Los resultados revelaron que, aunque las metodologías no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.505$), el conocimiento previo

y el nivel del curso fueron predictores más robustos del éxito de los estudiantes en la materia de precálculo. Se concluye que el uso pedagógico de la tecnología, integrado en un diseño instruccional que promueva el autoaprendizaje, permite optimizar el tiempo presencial para la resolución de problemas de alto nivel, consolidando así las competencias matemáticas necesarias para la educación superior.

Palabras clave: aula invertida, precálculo, aprovechamiento académico, tecnología educativa, carga cognitiva, metacognición, autoaprendizaje.

Abstract

Students at the American School of Guadalajara face highly abstract and complex content during their school hours, limiting the effective deep practice time they can have. This situation heightened the need to optimize the synchronic time the teacher spends with their group and strengthen autonomous learning management outside the classroom.

Using a quantitative approach with a quasi-experimental repeated measures design, a sample of 74 high school students in Regular and Advanced levels was analyzed. A MAP test (Measures of Academic Progress) was used as a prior knowledge covariable to ensure analytical rigor. The data was processed using JPM statistical software through an Analysis of Covariance (ANCOVA).

The central variables were academic achievement, through summative assessments, course level (Advanced vs. Regular) and instructional model (flipped classroom vs. traditional). The findings show that the implementation of flipped classroom strategies supported by platforms such as Albert.io, College Board and flippedmath.com allowed students to maintain their academic performance comparable to the traditional model, with the additional competitive advantage of greater resilience against absenteeism and better management of cognitive load.

Results show that while the methodology did not demonstrate statistically significant differences ($p = 0.505$), prior knowledge and course level were the most robust predictors of success. It is concluded that the pedagogical use of technology, integrated into an instructional design that promotes self-learning, optimizes face-to-face time for high level problem solving, consolidating the mathematical competencies required for higher education.

Keywords: flipped classroom, precalculus academic achievement, educational technology, cognitive load, metacognition, self-learning.

Introducción

Durante el ciclo escolar 2025-2026, en el Colegio Americano de Guadalajara, se identificó una preocupación entre los maestros del departamento de matemáticas de bachillerato que los estudiantes de las asignaturas enfrentaban contenidos de alta complejidad y abstracción, generando dificultades para profundizar en las prácticas presenciales durante el tiempo limitado en clases. Se observó que el modelo tradicional de enseñanza no permitía gestionar óptimamente la autonomía del alumno, necesitando una transformación dinámica instruccional para poder mejorar la autorregulación y el aprovechamiento académico.

Existen diversos estudios que señalan la relación directa entre el diseño instruccional y el éxito en las matemáticas. Sweller (1988), en específico, afirma que la gestión de la carga cognitiva es la base para el aprendizaje de conceptos complejos. Al fundamentarse en estos conceptos la presente investigación analiza los efectos del modelo de aula invertida (flipped classroom) apoyándose en herramientas tecnológicas como Albert.io, College Board y flippedmath.com con el objetivo de evaluar dicho impacto en el rendimiento académico de los estudiantes de bachillerato en el curso de precálculo. Se parte del supuesto de que el traslado de la instrucción directa se pasa al espacio individual y éste puede generar un impacto positivo en el aprovechamiento y desarrollo de competencias matemáticas avanzadas.

La presente investigación se organiza en cinco capítulos, además de los apartados preliminares complementarios:

En el capítulo uno se plantea el problema y se expone el origen y delimitación del problema, centrándose en la necesidad de optimizar el tiempo presencial en el aula de matemáticas para la resolución de problemas de alto nivel. Se analiza el uso de metodologías tradicionales que pueden verse limitadas tanto por el ausentismo como por la diversidad de ritmos de aprendizaje. A partir de esta

problemática, se formula la pregunta de investigación, se establece el objetivo general y los específicos, se justifica la relevancia del estudio y se plantea el supuesto de que la implementación del aula invertida, mediada por la tecnología, puede fortalecer el aprendizaje sin causar detrimento en el rendimiento académico de los estudiantes.

El capítulo dos, el marco teórico y referencial, ofrece el sustento conceptual y contextual de la investigación. Iniciamos con el marco histórico, el cual sitúa el estudio en la era de la tecnología educativa y el aprendizaje híbrido (blended learning). Se continúa con una revisión de investigaciones que abordan la eficacia del aula invertida y la importancia de la calidad de los recursos multimedia. El marco conceptual profundiza en la Teoría de la Carga Cognitiva de Sweller (1988). Finalmente se adopta una postura que integra al modelo de aula invertida con el uso de plataformas de alto rigor académico como eje de la innovación educativa.

Para el tercer capítulo se desarrolla la metodología de la investigación, en donde se describe el enfoque cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental de medidas repetidas. Este estudio se enmarca en una investigación aplicada para medir el impacto de una estrategia didáctica concreta y específica. Se detalla la selección de una muestra de 74 estudiantes, la recolección de datos mediante pruebas estandarizadas y el uso de la prueba MAP como covariable de conocimiento previo. El análisis de los datos se realiza mediante un Análisis de Covarianza (ANCOVA) utilizando el software JMP el cual nos permiten comparar el desempeño entre el modelo tradicional y el invertido controlando variables externas.

Continuando en el capítulo cuatro se presentan los resultados obtenidos tras la implementación de las estrategias apoyadas en Albert.io, College Board y flippedmath.com. Se evidencia que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las metodologías ($p = .505$) y que el conocimiento previo y el nivel del curso fueron determinantes. Con el análisis estadístico se permitió identificar que el aula invertida funciona como un soporte estratégico para la

continuidad académica. También se realizó una discusión comparativa con estudios previos, validando que la tecnología, cuando ésta es bien integrada, actúa como un regulador de la carga cognitiva.

En el último capítulo, el cinco (conclusiones), se sintetizan los hallazgos del estudio, articulados con el problema de investigación y el marco teórico. Se hace una reflexión sobre el proceso metodológico y se destaca la robustez del análisis estadístico. Finalmente se plantean recomendaciones para la práctica educativa, subrayando que el valor del aula invertida reside en la capacidad para ofrecer flexibilidad y personalización para el estudiante y permitiendo que los docentes se centren en el acompañamiento activo durante la resolución de problemas complejos.

Tomando en cuenta lo anterior, esta investigación busca contribuir al campo de la innovación educativa y tecnológica a través del análisis de estrategias que promuevan el aprendizaje de las matemáticas más resiliente y centrado en el estudiante a través del uso intencionado de plataformas digitales.

CAPITULO I

Planteamiento del problema

1.1 Descripción del Problema de Investigación

La integración de los componentes presenciales y en línea dentro de la modalidad de aula invertida impone un desafío importante debido a que no suele haber coherencia en la planeación y secuenciación de los contenidos que se presentan en los cursos. La falta de coherencia al enseñar con la implementación del aula invertida puede llevar a la fragmentación de la experiencia educativa. En un estudio de Garrison et al (2021) se resalta que el diseño de cursos con sistema híbrido requiere de una planeación muy cuidadosa para asegurarse que las actividades complementarias en línea refuercen aquellas dadas en el sistema presencial. Sin el debido planeamiento, los estudiantes pueden sufrir la falta de conexión de las actividades en línea y los aspectos presenciales del aprendizaje, por ende, reducir el impacto efectivo de este modelo de aprendizaje.

En este sentido, este estudio se basa en la necesidad de evaluar cuantitativamente el impacto del modelo de blended learning (b-learning), en especial la utilización del sistema de aula invertida (flipped classroom) al compararlo con el sistema de educación tradicional al realizar una medición del rendimiento académico del estudiante y su desarrollo de habilidades de autoaprendizaje y metacognición en la materia de Precálculo Regular y Precálculo Avanzado. Es importante hacer una distinción entre estos dos cursos puesto que poseen un nivel de dificultad diferente. El curso de Precálculo Avanzado posee un nivel de dificultad que equivale a un curso universitario de primer año. A los estudiantes que cursan Precálculo Avanzado se les exige un

mayor grado de autonomía, pensamiento crítico y autorregulación. En cambio, el curso de Precálculo Regular lleva un ritmo y profundidad propios de la educación media superior estándar. La diferencia entre estudiantes regulares y avanzados tiene relevancia para este estudio puesto que el nivel de dificultad del curso avanzado es más riguroso e influye en el nivel inicial de conocimientos y habilidades de los estudiantes inscritos en ese curso. Otro factor que crea una diferencia entre estos estudiantes es el nivel de madurez académica y metacognitiva. Los estudiantes avanzados tienen más experiencia manejando cargas académicas exigentes y suelen estudiar de manera independiente, autorregulando su aprendizaje, lo que implica un mayor nivel de metacognición y adaptabilidad al modelo de aula invertida. Los estudiantes regulares suelen tener más variabilidad en la motivación y dependen más del apoyo en las sesiones sincrónicas que del estudio autónomo.

Aunque el sistema de b-learning ha ganado popularidad en las últimas décadas, no se tiene suficiente evidencia que sustente su efectividad en contextos educativos a nivel bachillerato, por lo que muchos expertos dudan de sus bondades y uso generalizado en la educación. En el Blended learning se ha observado que el uso de herramientas tecnológicas, tales como Albert IO, Khan Academy, Kuta Works y AP College Board Classroom juegan un papel crucial en la experiencia de aprendizaje del estudiante. Estas plataformas permiten la personalización de la educación, facilitando el aprendizaje autónomo y proveen retroalimentación inmediata, aunque todavía es incierto el resultado que estas innovaciones educativas tienen en el desarrollo de las habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje del alumno. A pesar del gran potencial que posee el modelo de aula invertida en la educación, son insuficientes los estudios que exploran el efecto combinado de estas herramientas en la configuración educativa. De igual manera, no se sabe si dicha tecnología mejora significativamente los resultados académicos y las habilidades metacognitivas de los estudiantes al compararse con el modelo tradicional de enseñanza.

Esta investigación busca, no solo evaluar la efectividad del aula invertida en el sistema de aula invertida sino también analizar cómo la integración de las herramientas tecnológicas que influyen el rendimiento académico y el desarrollo de las habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje del estudiante nivel regular y avanzado. La pregunta fundamental es si la incorporación de la tecnología educativa en este sistema híbrido mejora significativamente los resultados académicos si estos se comparan a la metodología educacional tradicional.

1.1.1 Pregunta de Investigación

Por lo anteriormente expuesto se desprende la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera influye el aula invertida como estrategia didáctica en el nivel de aprovechamiento académico de los estudiantes de precálculo del Colegio Americano de Guadalajara durante el ciclo escolar 2025-2026?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

Comparar el impacto del modelo de aula invertida basado en competencias, apoyado con herramientas de tecnología aportadas por plataformas especializadas en videos educativos, contra el modelo de educación tradicional en el rendimiento académico y el desarrollo de las habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje de estudiantes que cursan precálculo regular y precálculo avanzado del bachillerato en el Colegio Americano de Guadalajara, mediante la recolección de resultados obtenidos en pruebas académicas durante un periodo de 10 semanas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las diferencias en el rendimiento académico en el curso de precálculo entre estudiantes que participan en un curso con aula invertida y aquellos que siguen un modelo tradicional, diferenciando entre cursos regulares y avanzados.
- Analizar el grado de desarrollo de las habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje en estudiantes que participan en el modelo de aula invertida.
- Proporcionar recomendaciones basadas en evidencia cuantitativa para la implementación efectiva del aula invertida en contextos de matemáticas de educación media superior en el Colegio Americano, considerando diferencias en el nivel de los cursos.

1.3 Justificación

El modelo de aula invertida se ha utilizado ampliamente y se reconoce como un enfoque innovador. Sin embargo, aún no existen investigaciones que exploren este modelo a profundidad aunado a enseñanzas basadas en competencias para desarrollar habilidades metacognitivas (de reflexión sobre el propio aprendizaje) y de autoaprendizaje (autonomía en la adquisición de conocimientos) en el área de precálculo. En el siglo XXI estas habilidades son esenciales para el éxito académico de los estudiantes en estudios superiores.

Existe un desafío en la enseñanza de la materia de precálculo la cual es constitutiva de su naturaleza abstracta y compleja por sus contenidos. En su metodología en aula invertida invierte el flujo tradicional de la instrucción y permite que el estudiante explore el contenido de la materia fuera del aula a

través de herramientas tecnológicas, como videos, los cuales fomentan un aprendizaje autónomo y personalizado. Este enfoque permite que el tiempo en clase se centre en actividades de aplicación, solución de problemas y retroalimentación, los cuales son elementos clave para un aprendizaje a profundidad y significativo.

El cambio de estructura en la enseñanza no es garantía de éxito de forma automática. La efectividad del aula invertida está condicionada por una adecuada planificación y efectiva integración de herramientas tecnológicas para respaldar el aprendizaje de los estudiantes. Estas herramientas son videos tutoriales que cuenten con el tiempo y contenido adecuado para cubrir cada lección de manera efectiva, sin sobrecargar al estudiante de información.

Este proyecto de investigación tiene como justificación la necesidad de evidenciar y evaluar si el aula invertida, aplicado a un enfoque que se basa en competencias, mejora tanto el rendimiento académico como las habilidades fundamentales de la metacognición y el autoaprendizaje en alumnos de precálculo. Al implementarse efectivamente permitirá a los estudiantes gestionar las habilidades de su propio proceso de aprendizaje, esencial para su éxito en estudios superiores y en el mundo laboral, ámbitos en los que requiere de adaptabilidad, autonomía y capacidad de autoevaluación.

La presente investigación aborda un vacío en la literatura actual puesto que aunque existen estudios sobre aula invertida en la educación media superior, existen pocas investigaciones que exploran el impacto en áreas tan especializadas como lo es la materia de precálculo. Esta investigación sobre la evaluación de las metodologías y herramientas tecnológicas que contribuyen al aprendizaje más integral puede ofrecer una base para replicar y adoptar este modelo en otras instituciones y contextos, buscando aportar a la teoría y la práctica que promueva una educación más efectiva y centrada en el desarrollo integral de la competencias clave en los alumnos.

1.4 Hipótesis

La implementación del modelo de aula invertida basada en competencias mejora significativamente las habilidades metacognitivas de los estudiantes de Precálculo Regular y Avanzado a nivel bachillerato del American School y fortalece su capacidad de autoaprendizaje.

Hipótesis 1: Triple Interacción

H_0 : El patrón de crecimiento del rendimiento promedio a lo largo de las cuatro evaluaciones (Prueba 4 - Prueba 1) no difiere significativamente entre las condiciones de metodología (aula invertida vs. tradicional) cuando se compara dentro de los Niveles de Curso (avanzado vs. regular), después de ajustar por el conocimiento inicial.

$$H_0: \mu_{Flipped, Avanzado, Tiempo} = \mu_{Tradicional, Regular, Prueba\ 4-1}$$

H_1 : Existe una interacción triple significativa. El patrón de crecimiento del rendimiento promedio a lo largo de las cuatro evaluaciones (Prueba 4 - Prueba 1) difiere significativamente entre las condiciones de metodología (aula invertida vs. tradicional) cuando se compara dentro de los Niveles de Curso.

$$H_1: \mu_{Flipped, Avanzado, Tiempo} \neq \mu_{Tradicional, Regular, Prueba\ 4-1}$$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Hipótesis 2: Diferencia entre Aula Invertida y Tradicional en estudiantes Avanzados

H_0 : No existe una diferencia significativa en el rendimiento promedio de los estudiantes a través de las evaluaciones del grupo de aula invertida que el del grupo tradicional para el grupo de Precálculo Avanzado.

$$H_0: \mu_{APinvertida} = \mu_{APtradicional}$$

H_1 : Existe un cambio significativo en el rendimiento promedio de los estudiantes a través de las evaluaciones de aula invertida que el rendimiento promedio del grupo de metodología tradicional para el grupo de Precálculo Avanzado.

$$H_1: \mu AP_{invertida} \neq \mu AP_{tradicional}$$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Hipótesis 3: Diferencia entre Aula Invertida y Tradicional en estudiantes Regulares

H_0 : No existe una diferencia significativa en el rendimiento en el rendimiento promedio de los estudiantes a través de las evaluaciones del grupo de aula invertida que el del grupo tradicional para el grupo de Precálculo Regular.

$$H_0: \mu CP_{invertida} = \mu CP_{tradicional}$$

H_1 : Existe un cambio significativo en el rendimiento promedio de los estudiantes a través de las evaluaciones de aula invertida que el rendimiento promedio del grupo de metodología tradicional para el grupo de Precálculo Regular.

$$H_1: \mu CP_{invertida} \neq \mu CP_{tradicional}$$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Hipótesis 4: Diferencia del Aula Invertida entre estudiantes Avanzados y Regulares

H_0 : El grupo Avanzado que recibió la metodología de aula invertida presentará un incremento significativamente menor o igual en el rendimiento académico a lo largo de las pruebas, en comparación con el grupo Regular en la misma metodología y con ambos grupos en la metodología tradicional.

$$H_0: \mu AP \leq \mu Reg$$

H_1 : El grupo Avanzado que recibió la metodología de aula invertida presentará un incremento significativamente mayor en el rendimiento académico a lo largo de las pruebas, en comparación con el grupo Regular en la misma metodología y con ambos grupos en la metodología tradicional.

$$H_1: \mu_{AP} > \mu_{Reg}$$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

CAPITULO II

Marco teórico y referencial

2.1 Marco histórico

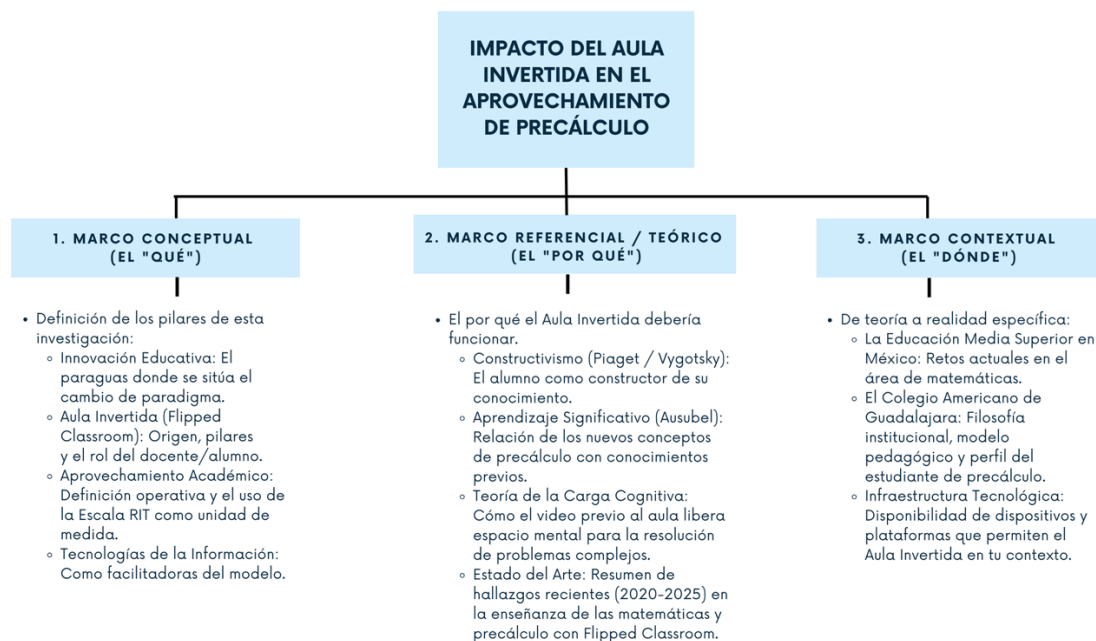
El presente marco teórico constituye tanto la recopilación de literatura como la estructura dialéctica que fundamenta la viabilidad, factibilidad y necesidad de innovación educativa en el área de matemáticas en bachillerato. Para poder garantizar una comprensión del fenómeno en estudio esta sección se enfocará en explicar, a través de tres ejes, el análisis del impacto del aula invertida a través de una perspectiva multidimensional.

Como primer término, el cual se denominará Marco Referencial, se establecen los cimientos epistemológicos de esta investigación, con la utilización de teorías del aprendizaje que sustentan el modelo. En segundo lugar, el Marco Conceptual, el cual define y operacionaliza los conceptos críticos, tales como la estrategia de flipped classroom y el aprovechamiento académico a través de escalas RIT. Se concluirá con el Marco Contextual, el cual sitúa la investigación dentro de una realidad en el entorno del Colegio Americano de Guadalajara, describiendo las condiciones institucionales y pedagógicas actuales del mismo.

Con el fin de visualizar la interconexión de estos ejes y las categorías de análisis se presenta en la Figura 1, la cual sintetiza la organización jerárquica y racional del sustento teórico de la presente investigación.

Figura 1

Esquema integrador del Marco Teórico: Ejes Referencial, Conceptual y Contextual.



A través del tiempo la educación ha evolucionado y experimentado transformaciones significativas impulsadas por avances tecnológicos y cambios en las demandas del mercado laboral. Entre las innovaciones que se destacan más está el modelo de B-learning, conocido como blended learning o aprendizaje mezclado. Este enfoque educativo combina la enseñanza presencial con los componentes de aprendizaje en línea. Esta combinación ofrece una flexibilidad y personalización que los enfoques tradicionales no podían proporcionar.

El uso del aprendizaje mezclado ha aumentado en popularidad y demanda en la educación superior y se ha convertido en un acontecimiento de enseñanza generalizado. El aprendizaje mezclado es un modelo educativo que desarrolla materiales y sistemas tutoriales que funden los mejores recursos, técnicas y estrategias de aprendizaje de la educación presencial tradicional y el modelo de e-learning. B-learning es un aprendizaje combinado, semipresencial que permite

mantener el contacto social entre el estudiante y su profesor por medio de plataformas educativas en donde se rompe la idea de adquisición de conocimientos teóricos únicamente.

La tecnología ha tenido una evolución muy significativa en los últimos años, lo que ha sido un catalizador crucial para el apogeo del b-learning. Con todos los avances de internet y demás tecnología, los sistemas educativos como Moodle, Canva, Blackboard y Google han podido facilitar la integración de estas tecnologías a la educación tradicional. Los alumnos, al poderse incorporar al sistema educativo en cualquier lugar y a cualquier hora lo están haciendo y las instituciones han optado por incorporar esta modalidad para poder incluir a más estudiantes en su matrícula. Según estadísticas de Educause (McCormack, 2023), 80% de las instituciones educativas superiores de Estados Unidos se han volcado a esta modalidad.

Este auge en los sistemas educativos es atribuible a una combinación de factores tanto tecnológicos como pedagógicos, económicos y laborales. La rápida evolución de la tecnología ha permitido que exista una integración efectiva de componentes digitales en la educación y al mismo tiempo mantener la demanda educativa. La preferencia de los estudiantes a este modelo se ha debido a la búsqueda de métodos de aprendizaje más flexibles y accesibles. Este modelo ha consolidado su papel en los sistemas educativos debido a la eficiencia pedagógica, beneficios de costos y preparación laboral. Gracias a todas estas ventajas el b-learning seguirá desempeñando un papel central en la educación del futuro.

Flipped classroom/learning, también conocido como aula invertida, es un enfoque de enseñanza, dentro de b-learning que utiliza tecnologías invirtiendo el modelo tradicional de enseñanza a uno mixto. La diferencia radica en el presentar el contenido de la clase fuera del aula, accediendo a contenido teórico en línea y dedicando el tiempo dentro del aula a actividades prácticas y colaborativas (Zheng et al., 2020).

En la modalidad de aula invertida el aprendizaje sucede al ritmo propio de los estudiantes para que éstos puedan acceder al contenido en cualquier momento y al tiempo que a ellos les funcione más efectivamente. Esto permite que el alumnado revise el material basado en sus necesidades y reforzando conceptos que les parezcan difíciles de entender. El aula invertida permite tener un mayor tiempo para actividades prácticas, discusiones y resolución de problemas dentro del aula.

A continuación, se describen y se refieren algunos de los estudios referentes al aula invertida para que sirva de sustento y guía para este proyecto de investigación.

2.1.1 Investigaciones Internacionales

Revisión sistemática de la investigación del aula invertida en K-12: implementación, desafíos y efectividad. País: Filipinas (2022).

Artículo de investigación publicado en la revista Journal of Education, Management and Development Studies el cual se centra en la educación de preescolar a preparatoria con un enfoque en la revisión de literatura empírica por parte de J. Satparam y T. Apps con el título Revisión sistemática de la investigación del aula invertida en K-12: implementación, desafíos y efectividad (A systematic review of the flipped classroom research in K-12: Implementation, challenges and effectiveness). Este artículo es una revisión sistemática de literatura en el que se incluyeron 34 artículos empíricos de bases de datos electrónicas como Scopus, Web of Science, Education Research Complete, entre otros, y que cumplieron con los criterios específicos, que incluía que fueran estudios empíricos en el contexto de educación preescolar a preparatoria, publicados en inglés y revisados por pares. La mayoría de estos estudios se situaron en el contexto de escuelas preparatorias y se centraron en materias de Matemáticas y Ciencias.

Para el análisis estadístico de este artículo se sintetizó y clasificó cualitativamente los hallazgos reportados en la literatura revisada, categorizando las prácticas de implementación, así como los desafíos y resultados de su efectividad. Los resultados mostraron una gran variación en la implementación del diseño de actividades en donde durante la pre-clase se incorporaba la visualización de videos instructivos y en la clase presencial predominaban las actividades individuales y grupales, así como las sesiones de preguntas y respuestas. Se determinó que los desafíos principales giraban en torno a la motivación y responsabilidad del estudiante en donde había baja rendición de cuentas para completar la pre-clase, que la carga de trabajo del docente aumentaba puesto que éste debía crear, curar y preparar los materiales de la pre-clase, que en las actividades en el aula también había resistencia de los estudiantes debido a la falta de familiaridad de este enfoque y finalmente que la falta de acceso a tecnología y conectividad causaba problemas. Se concluyó que la efectividad era mixta, aunque la mayoría de los estudios revisados reportaron que el aula invertida era efectiva, teniendo un impacto positivo, en un número considerable de estudios también se reportaron resultados contradictorios. Sus conclusiones principales giraron en torno a que el modelo de aula invertida es una estrategia prometedora para estudiantes de preescolar a bachillerato, pero su diseño y éxito están sujetos a la calidad de la implementación y la capacidad de la escuela para mitigar los desafíos, especialmente los que tienen que ver con la preparación del estudiante y la carga del trabajo del profesor. También se concluyó que es necesario que los esfuerzos futuros de investigación se centren en diseños de implementación más rigurosos y específicos que puedan producir resultados más consistentes que aborden directamente la responsabilidad del estudiante en la fase de pre-clase.

Una revisión sistemática de la investigación sobre el aula invertida: tendencias, brechas y direcciones futuras. País: Arabia Saudita/Malasia (2019).

Artículo de investigación publicado en la revista International Journal of Educational Technology in Higher Education por H. Al-Samarraie y A.I. Alzahrani titulado Una revisión sistemática de la investigación sobre el aula invertida: tendencias, brechas y direcciones futuras (A systematic review of flipped classroom research: Trends, gaps, and future directions).

La investigación constó de una revisión sistemática para identificar las tendencias de investigación, las brechas existentes y las direcciones futuras en la literatura sobre la implementación del modelo de aula invertida en el contexto universitario. El estudio analizó un conjunto significativo de artículos empíricos sobre el aula invertida en educación superior (universitaria), publicados en bases de datos académicas. Los datos se analizaron de modo descriptivo y temático del contenido de los artículos revisados para clasificar el impacto, los desafíos, las disciplinas y las metodologías utilizadas.

Los resultados se dividieron en dos categorías: 1) Tendencias y beneficios principales y 2) Desafíos y brechas. Bajo la categoría de tendencias y beneficios principales se obtuvieron los siguientes resultados:

- El uso del aula invertida en la universidad está consistentemente asociado a impactos positivos en:
 - Compromiso y motivación del estudiante
 - Metacognición y habilidades autodirigidas
 - Rendimiento y logro académico, aunque con resultados mixtos en comparación directa con el modelo tradicional

- Las disciplinas más comunes para la investigación del aula invertida fueron las Ciencias Médicas y de la Salud, y la Ingeniería y Tecnología.
- El diseño más común incluye video-conferencias pre-grabadas y el uso del tiempo en clase para discusiones y actividades prácticas.

Bajo la categoría de Desafíos y brechas los resultados fueron estos:

- La falta de motivación y responsabilidad del estudiante para ver las conferencias o estudiar el contenido fuera del aula.
- Existe una escasez de diseños de investigación rigurosos, especialmente:
 - Estudios que utilicen diseños de investigación a largo plazo (longitudinales) para medir efectos sostenidos.
 - Estudios que vayan más allá de la simple comparación de calificaciones entre grupos.
 - Falta de enfoques que exploren la combinación de flipped classroom con otras metodologías activas (como el aprendizaje basado en proyectos).

En síntesis, se concluyó que el aula invertida es una estrategia valiosa para fomentar la participación activa y las habilidades de aprendizaje del siglo XXI en la educación superior para que el modelo sea efectivo, los docentes deben incluir incentivos y mecanismos de evaluación en la fase pre-clase para garantizar la preparación del estudiante. Las futuras investigaciones deben centrarse en estudios longitudinales y en el desarrollo de modelos pedagógicos híbridos que maximicen los beneficios del aula invertida.

**Aula invertida en la enseñanza de álgebra en la educación superior.
País: Ecuador (2018).**

Artículo de investigación publicado en la revista Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación en Ecuador (2018) por V. Barros, B. Melba y M. Calero, estudiantes de quinto año de la carrera de docente de Física y Matemática de una universidad pública en Ecuador, con el título aula invertida en la enseñanza de Álgebra en la educación superior.

Este artículo analiza si la implementación de la metodología de aula invertida en la asignatura de Álgebra IV incrementa la comprensión de la materia y el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con la metodología tradicional centrada en el profesor. El estudio es cuasiexperimental diseñado con un solo grupo con medición en dos momentos. La muestra consiste en un grupo de estudiantes de la asignatura de Álgebra IV de educación superior. Este experimento se realizó en dos fases (intragrupo), para el primer parcial el profesor aplicó la metodología tradicional en clases magistrales y en el segundo parcial el mismo profesor aplicó la metodología de aula invertida. El instrumento utilizado fueron los resultados de las evaluaciones del parcial que reflejaban la comprensión de la asignatura y el análisis estadístico fue mediante diferenciación de medias para comparar los resultados de ambos parciales.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Hubo una mejora significativa del aprendizaje bajo la metodología de aula invertida, resultando estadísticamente mejor que el método tradicional, con un nivel de significancia del 95%.
- La implementación del aula invertida mejoró el ambiente de trabajo en el aula y elevó los niveles de comprensión de los estudiantes.
- El estudio menciona el uso de facebook como una de las plataformas tecnológicas para aula invertida (pre-clase y/o interacción).

En conclusión, el aula Invertida fue una estrategia didáctica efectiva para la enseñanza del álgebra en la educación superior, demostrando un impacto positivo en el rendimiento académico. La metodología activa no solo mejora los resultados cuantitativos (evaluaciones), sino que también tiene un efecto beneficioso en la calidad del entorno de aprendizaje y la comprensión del alumnado, subrayando la importancia de esta metodología como alternativa al método tradicional en el contexto de las matemáticas.

Motivación y carga cognitiva en el aula invertida: definición, fundamento y convocatoria de investigación. País: Australia (2015).

Artículo de investigación publicado en la revista Higher Education Research & Development por Lakmal Abeysekera y Phillip Dawson de la Monash University (Australia) en 2015 con el título Motivación y carga cognitiva en el aula invertida: definición, fundamento y convocatoria de investigación (Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research).

La investigación se realizó con el objetivo de proporcionar una definición unificada del enfoque de flipped learning (aula invertida), además de construir una justificación pedagógica para su uso a través de seis proposiciones comprobables y también articular un argumento teórico sobre cómo este modelo puede influir positivamente en la automotivación del estudiante y optimizar la gestión de la carga cognitiva.

El estudio partió de una investigación de tipo teórico-conceptual (no experimental) con el objetivo de establecer las bases pedagógicas del flipped learning en la educación superior. La metodología se centró en construir un argumento teórico sólido, basándose en la Teoría de la Carga Cognitiva para estructurar el aprendizaje y en la Teoría de la Autodeterminación para analizar la automotivación de los estudiantes. El estudio no involucró la recolección de datos

de campo, sino que propuso una agenda de investigación futura basada en sus argumentos.

Los instrumentos para el análisis teórico fueron los marcos conceptuales de la Teoría de la Carga Cognitiva y la Teoría de la Autodeterminación. El estudio propone una nueva definición "general" de flipped learning y utiliza estos marcos para elaborar propuestas comprobables. El análisis se centra en la relación entre el diseño instruccional del modelo y los procesos internos de aprendizaje del estudiante.

Los resultados constan de argumentos teóricos que se centran en el flipped learning. Estos resultados son los siguientes:

- Se establece que el flipped learning es una forma de B-Learning donde la transferencia de contenido se realiza fuera de la clase (trabajo asincrónico), y el tiempo de clase presencial se reserva para actividades de procesamiento más profundo.
- Se argumenta teóricamente que el flipped learning tiene el potencial de aumentar la automotivación (intrínseca) de los estudiantes, al ofrecerles una mayor autonomía sobre su proceso de autoaprendizaje, que incluye el cuándo y dónde adquirir el contenido. Además, el trabajo activo en clase puede mejorar su visión de competencia.
- El enfoque invertido ayuda a gestionar la carga cognitiva al desplazar la carga extrínseca (adquisición de datos) al trabajo individual fuera del aula lo que permite que el tiempo de clase se dedique a la carga de esquematización y comprensión profunda, lo cual está intrínsecamente ligado al desarrollo de la metacognición.
- Se señala la falta de evidencia empírica rigurosa para demostrar su efectividad y se propone un conjunto de proposiciones para guiar la investigación futura.

Las conclusiones presentaron que el flipped learning ofrece una justificación pedagógica sólida para su uso, especialmente al fomentar la automotivación y el autoaprendizaje mediante la gestión eficiente de la carga cognitiva. Sin embargo, los autores concluyen con una llamada urgente a la investigación empírica y específica para probar sus argumentos teóricos y garantizar que el diseño instruccional del aula invertida realmente cumpla con su potencial para mejorar el aprendizaje.

Aula invertida basada en competencias: efectos sobre el rendimiento del aprendizaje, la motivación y el compromiso. País: Taiwán (2022).

Artículo de investigación publicado en la revista Educational Technology & Society por H.H. Chuang, C.Y. Weng y F.Y. Huang (2022) titulado aula invertida basada en competencias: efectos sobre el rendimiento del aprendizaje, la motivación y el compromiso (Flipping the Competency-Based Classroom: Effects on Learning Performance, Motivation, and Engagement).

El objetivo de esta investigación fue el examinar los efectos de un modelo de aula invertida diseñado específicamente para la educación basada en competencias en comparación con el modelo tradicional de instrucción en el cual se midió el impacto de esta metodología en el rendimiento del aprendizaje, la motivación y el compromiso de los estudiantes.

El estudio partió de una investigación cuantitativa con un diseño cuasiexperimental en donde se comparó un grupo experimental contra un grupo de control. La muestra estuvo conformada por estudiantes de educación superior con formación profesional y se centró en un curso que requería del desarrollo de competencias prácticas y habilidades de orden superior. Los instrumentos utilizados fueron pruebas de rendimiento académico (antes y después) y escalas validadas para medir la motivación y el compromiso. El análisis estadístico que

se realizó fue un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de t para comparar las diferencias significativas entre el grupo experimental (aula invertida) y el grupo de control (tradicional) en las variables dependientes y los resultados fueron los siguientes:

- El grupo de aula invertida superó significativamente al grupo tradicional en el rendimiento de aprendizaje general.
- Se encontró una mejora particularmente notable en las habilidades de orden superior (análisis, aplicación y evaluación) entre los estudiantes del grupo experimental.
- La implementación del aula invertida aumentó significativamente la motivación de los estudiantes hacia el curso.
- El grupo experimental reportó y demostró un mayor compromiso, especialmente en sus dimensiones conductual como participación activa y cognitiva que incluye esfuerzo y concentración.

En conclusión, el modelo de aula invertida mostró ser una estrategia pedagógica efectiva para mejorar el rendimiento y el compromiso del estudiante, especialmente cuando se aplica en un contexto de educación basada en Competencias. El diseño del aula invertida es particularmente beneficioso para fomentar las competencias prácticas y las habilidades de pensamiento crítico y aplicación, que son esenciales en la formación profesional. Finalmente, la inversión del tiempo de clase libera espacio para actividades de aprendizaje activo de alta calidad, lo que a su vez aumenta la motivación intrínseca de los estudiantes.

Mejorar la participación de los estudiantes mediante el aula invertida. País: Estados Unidos (2015).

Artículo de investigación publicado en la revista Journal of Nutrition Education and Behavior por M. B. Gilboy, S. Heinerichs y G. Pazzaglia (2015) en el contexto de educación superior en el curso de nutrición en el departamento de Ciencias de la Salud.

Esta investigación tiene el objetivo de evaluar el impacto de la implementación del aula invertida en el compromiso del estudiante en un curso universitario de nutrición además de comparar la percepción y la experiencia de los estudiantes con el modelo invertido frente a la metodología tradicional de clase magistral. Este estudio partió de una metodología cuantitativo con una muestra de estudiantes universitarios de un curso introductorio de Nutrición. El diseño fue implementado en dos secciones del mismo curso, comparando el grupo con aula invertida y el grupo de control tradicional en el que se utilizaron encuestas de evaluación al final del curso con preguntas abiertas de retroalimentación cualitativa y análisis de calificaciones. Se compararon las calificaciones y se realizó un análisis temático de las respuestas cualitativas de los estudiantes sobre su compromiso y experiencia.

Los resultados incluyeron que la gran mayoría de los estudiantes percibió que el modelo de aula invertida aumentó su compromiso con el material del curso y valoraron positivamente el uso del tiempo de clase para actividades de aplicación, resolución de problemas y discusiones, en lugar de la exposición pasiva. Una porción de los estudiantes indicó que la implementación requería más tiempo de preparación previo a la clase. Además, se observó una tendencia positiva en el rendimiento académico, especialmente en las tareas que requerían pensamiento de orden superior.

Este estudio concluyó que el modelo de aula invertida es una estrategia efectiva para aumentar el compromiso y la participación activa de los estudiantes

en la educación superior, especialmente en cursos de ciencias de la salud, que la clave del éxito reside en que el tiempo de clase se dedique a la práctica activa y se minimice el tiempo de clase magistral y finalmente que la implementación debe ir acompañada de una clara comunicación sobre las expectativas de preparación y la justificación del cambio pedagógico para mitigar la resistencia inicial.

El impacto del aula invertida en el desarrollo de habilidades de orden superior y el aprendizaje autodirigido. País: Grecia (2021).

Artículo de investigación publicado en la revista Interactive Learning Environments en Grecia (2021) por los autores K. Sidiropoulou, G. Koustourakis y P. Stravakou con el título El impacto del aula invertida en el desarrollo de habilidades de orden superior y el aprendizaje autodirigido (The impact of the flipped classroom on developing higher-order skills and self-directed learning) el cual se centra en la educación superior universitaria.

El objetivo principal de este artículo es investigar el impacto de la implementación del modelo de aula invertida en el desarrollo de habilidades de orden superior de los estudiantes y evaluar cómo el modelo influye en la capacidad de los estudiantes para el aprendizaje autodirigido.

El enfoque de la investigación fue cuasiexperimental diseñado con una pre y post evaluación en donde estudiantes universitarios fueron divididos un grupo experimental que usó el modelo de aula invertida y un grupo de control que siguió la instrucción tradicional. Las pruebas de evaluación cognitiva fueron específicamente diseñadas para medir las habilidades de orden superior (análisis, evaluación, creación). Cuestionarios fueron utilizados para medir el aprendizaje autodirigido (autonomía, planificación y autoevaluación) de los estudiantes. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar las

diferencias estadísticamente significativas en los resultados de la post evaluación entre los grupos.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- El grupo de aula invertida mostró una mejora significativamente mayor en las habilidades de orden superior en comparación con el grupo de control.
- El modelo de aula invertida fomentó significativamente el desarrollo de las habilidades de autodirección de los estudiantes mostrando mayor autonomía y responsabilidad en su proceso de aprendizaje.
- El tiempo de clase dedicado a actividades interactivas, como la resolución de problemas y la discusión, fue la clave para estimular la aplicación cognitiva compleja.

En síntesis, el modelo de aula invertida no solo es una alternativa viable a la instrucción tradicional, sino que es una herramienta pedagógica superior para el desarrollo de la metacognición y las habilidades de orden superior. La inversión de roles en donde el consumo de contenido fuera de clase, aplicación en clase promueve la transferencia de la responsabilidad al estudiante, fortaleciendo sus habilidades de aprendizaje autodirigido, fueron esenciales para el aprendizaje permanente.

2.1.2 Investigaciones Nacionales

Flipped classroom en educación superior: Un estudio a través de relatos de alumnos. País: México (2019).

Artículo de investigación publicado en la Revista Mexicana de Investigación Educativa (2019) por Desireé García-Gil y Roberto Cremades-Andreu titulado Flipped classroom en educación superior: Un estudio a través de relatos de alumnos. Este estudio fue realizado en una Institución de educación superior en la asignatura de Música en el Grado de Educación Infantil).

El objetivo de la Investigación fue el analizar la percepción, experiencia y vivencias de los estudiantes de educación superior sobre la aplicación del modelo aula invertida en una asignatura práctica y reflexionar sobre el uso de esta metodología en la formación inicial del profesorado a través del análisis de los relatos narrativos de los alumnos.

La metodología fue de tipo cualitativo, fenomenológico centrado en la experiencia vivida y se muestreo a un grupo de 33 estudiantes del grado en educación infantil. El instrumento utilizado fue un método narrativo en donde se hizo la recolección de relatos o testimonios escritos de los estudiantes sobre su experiencia con la metodología. El análisis estadístico fue por medio de una análisis narrativo y temático cualitativo para identificar categorías recurrentes, patrones y significados en las experiencias reportadas por los estudiantes.

Los resultados que se obtuvieron fue que la interacción y la relación docente-alumno mejoró con la interacción y la atención más individualizada del profesor durante la clase, favoreciendo un aprendizaje más personalizado. Se favoreció el desarrollo de la autonomía, la investigación y la capacidad de análisis individual y las actividades prácticas en el aula facilitaron la consolidación del grupo y el aprendizaje entre pares a través de la cooperación. Además, se valoró enormemente que el tiempo de clase se dedicara a la aplicación práctica, la creación de materiales y la dramatización, lo que dio mayor sentido y relevancia al contenido teórico. Hubo una valoración positiva de los futuros docentes que percibieron el Flipped Classroom como una metodología innovadora y satisfactoria, alineada con el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

Para finalizar, sus conclusiones fueron que el modelo Flipped Classroom es altamente efectivo en la formación inicial del profesorado, ya que no solo transmite conocimientos, sino que desarrolla competencias profesionales esenciales como el trabajo colaborativo y la autonomía. El éxito reside en la calidad de las actividades prácticas en clase, que permiten a los estudiantes

pasar de la simple comprensión a la aplicación y la creación (metacognición) y el uso de la narrativa como instrumento confirma el impacto positivo del modelo en la motivación y la experiencia vivida por el estudiante.

Aula invertida, como estrategia didáctica para el aprendizaje autónomo de las matemáticas. México (2024).

Artículo de investigación publicada en la revista de Estudios De La Ciénega por Cesar Ascencio Sánchez, E. González Tapia, O. Zárate Águila y A. Águila Reyes (2024) titulado aula invertida, como estrategia didáctica para el aprendizaje autónomo de las matemáticas en el contexto de la Universidad de Guadalajara (UdeG). El estudio se llevó a cabo con estudiantes de asignaturas de matemáticas, que es el área de especialidad de los autores y el enfoque de la investigación.

El objetivo principal fue demostrar la efectividad del modelo de aula invertida como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje autónomo y mejorar el rendimiento de los estudiantes en asignaturas de matemáticas, disciplina que históricamente presenta altos índices de reprobación. Se siguió una metodología de tipo cuantitativo con un diseño de intervención pedagógica.

El estudio se aplicó a un grupo de estudiantes de un curso de Matemáticas a nivel superior y la intervención consistió en la aplicación del aula invertida, donde la instrucción teórica y conceptual se transfirió a recursos digitales para ser consumidos de forma autónoma fuera del aula. El tiempo presencial se dedicó a la resolución práctica de ejercicios, la aplicación de problemas y el feedback individualizado. Los instrumentos que se utilizaron fueron cuestionarios de pre-evaluación y post-evaluación para medir el nivel de aprendizaje autónomo y las estrategias de autorregulación empleadas por los estudiantes. También se usaron pruebas de rendimiento académico para evaluar el dominio del contenido matemático (calificaciones finales o de exámenes).

Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva e inferencial (comparación de medias) para establecer si hubo una diferencia significativa en el rendimiento y la autonomía después de la intervención.

Los resultados fueron:

- El aula invertida tuvo un impacto positivo en el desarrollo del aprendizaje autónomo, los estudiantes mostraron una mayor capacidad para planificar y gestionar su estudio fuera del aula.
- Los estudiantes que participaron en la intervención con aula invertida obtuvieron calificaciones significativamente más altas en matemáticas en comparación con los resultados históricos o el grupo de control.
- El uso de metodologías activas en la clase (resolución de problemas en colaboración) incrementó la motivación y la participación del estudiante, al dar un sentido práctico al material estudiado previamente.
- La posibilidad de revisar los contenidos matemáticos a su propio ritmo y la atención personalizada en clase ayudaron a reducir la ansiedad asociada a esta asignatura.

Como cierre de esta investigación, las conclusiones presentaron que El aula invertida es una estrategia didáctica eficaz para la enseñanza de las Matemáticas, ya que no solo impacta positivamente el rendimiento, sino que también desarrolla habilidades fundamentales de autoaprendizaje y autorregulación. La clave del éxito en la enseñanza de las matemáticas radica en liberar el tiempo presencial del profesor para que actúe como guía y solucionador de dudas complejas, mientras que el estudiante se responsabiliza de la adquisición inicial de los procedimientos básicos de forma autónoma.

**Aula invertida en la enseñanza de la contabilidad en el nivel superior.
País: México (2024).**

Artículo de investigación publicado en México en la revista Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar (2024) por A.R. Bonilla, E.S. Benavides, V.E. Barragán, V.M.C. Veloz y C.E.C. Corro titulado Aula invertida en la enseñanza de la contabilidad en el nivel superior.

La realización de esta investigación se llevó a cabo en el Instituto superior tecnológico el libertador en el área de contabilidad. El objetivo principal fue analizar el impacto del modelo de aula invertida como estrategia didáctica innovadora para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la contabilidad en el nivel superior, desafiando el enfoque tradicional y memorístico.

El enfoque de la investigación fue cualitativo-descriptivo, con un enfoque de revisión bibliográfica y estudio de caso. El trabajo se basó en la descripción y análisis de la implementación del aula invertida, combinando la revisión de literatura sobre el modelo con las experiencias de aplicación en la disciplina contable. Dentro del contexto de contabilidad, el modelo implica que los estudiantes revisaron los fundamentos teóricos, principios y normativas contables (ej. videos explicativos, lecturas) fuera del aula. El tiempo presencial se dedicó a la resolución de ejercicios contables complejos, registro de transacciones, análisis de casos de estudio reales y el trabajo colaborativo para la solución de problemas. Los autores utilizaron un método descriptivo basado en la revisión y, en la sección de experiencia aplicada (implícita) donde se analizaron los resultados pedagógicos obtenidos tras la implementación. El análisis se centró en identificar y describir cómo la metodología mejora la eficiencia dentro y fuera de clase y cómo impacta en las aptitudes para la profesión contable.

Los resultados fueron los siguientes:

- El aula invertida potencia el desarrollo cognitivo al adaptar el proceso de aprendizaje al trabajo colaborativo, lo que resulta en un aprendizaje significativo de los principios contables.
- El modelo fortalece la eficiencia en el uso del tiempo y fomenta la autonomía del estudiante. Al realizar la instrucción teórica fuera del aula, el alumno se convierte en protagonista de su propio conocimiento.
- El tiempo presencial activo estimula las interacciones diversas entre el equipo de estudiantes, desarrollando aptitudes esenciales para la profesión contable como el trabajo en equipo, el análisis y la resolución de problemas.
- El enfoque facilita la integración de lo cognitivo y lo afectivo para la solución de situaciones contables reales, preparando mejor a los estudiantes para el entorno profesional.

En conclusión, se encontró que el aula invertida es una estrategia didáctica innovadora y altamente beneficiosa para la enseñanza de la Contabilidad en el nivel superior, transformando el modelo tradicional de enseñanza pasiva. Su implementación eficiente, que combina instrucción digital con práctica activa y colaborativa, permite a los estudiantes crear su propio conocimiento, desarrollar habilidades profesionales demandadas, como análisis y autonomía, y prepararse de manera más efectiva para los desafíos de la disciplina contable.

Flipped Classroom: impacto en el rendimiento académico y la autonomía de los estudiantes. País: México (2024).

Artículo de investigación publicado en la revista Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar por M. E. M. Muñoz, , A. P. B. Párraga, Y. E. V. Peralta, K. L. M. Vélez, , V. L. C. Torres, J. L. M. Quiñonez y D. M. P. Gavilanez (2024) titulado Flipped Classroom: impacto en el rendimiento académico y la autonomía de los estudiantes.

El objetivo principal fue determinar el impacto del modelo Flipped Classroom en la mejora del rendimiento académico y el desarrollo de la autonomía de los estudiantes en la Educación Superior. El estudio buscó verificar si este modelo de enseñanza activa puede servir como una herramienta para el desarrollo del pensamiento complejo.

El estudio partió de una investigación cuantitativa, de tipo cuasi-experimental en la cual a estudiantes de educación superior (universitaria) se les aplicó una intervención para comparar los resultados obtenidos con la instrucción tradicional frente a los resultados obtenidos con el modelo de aula invertida. Se utilizó el aula invertida como estrategia activa para transferir la instrucción teórica fuera del aula (a través de recursos digitales) y dedicar el tiempo presencial al desarrollo del pensamiento complejo, la aplicación práctica y la resolución de problemas. Se utilizaron las evaluaciones académicas como instrumentos para medir el rendimiento académico, comparando la pre y post evaluación y los resultados entre grupos. De igual manera se utilizaron cuestionarios/escalas para evaluar el nivel de autonomía y autoaprendizaje percibido o demostrado por los estudiantes y se utilizaron pruebas estadísticas para la comparación de medias, pruebas *t* o ANOVA, para establecer la significancia de las diferencias en el rendimiento y la autonomía.

Los resultados obtenidos mostraron que el grupo que aplicó la metodología Flipped Classroom obtuvo mejores resultados en el rendimiento académico en comparación con el grupo de instrucción tradicional y tuvo un impacto positivo en el desarrollo de la autonomía del estudiante, aumentando su responsabilidad y autoaprendizaje al requerir la gestión de la adquisición del

contenido inicial. También se observó que el tiempo en el aula, dedicado a actividades de aplicación y debate, permitió a los estudiantes desarrollar un pensamiento más crítico y complejo sobre los temas de estudio. Y finalmente que la metodología activa incrementó la motivación y el compromiso de los estudiantes, al transformar la clase en un espacio de interacción constructiva.

Como cierre de esta investigación, las conclusiones presentaron que el aula invertida es una estrategia pedagógica eficaz y pertinente para la educación superior, demostrando un impacto positivo tanto en el rendimiento académico como en las habilidades de autoaprendizaje y autonomía y que la implementación del modelo permite crear un entorno de aprendizaje centrado en el alumno, esencial para el desarrollo del pensamiento complejo y la resolución de problemas, habilidades críticas para el egresado universitario. El éxito del modelo se basa en que exige al estudiante pasar de un rol pasivo a un rol proactivo y autorregulado en su proceso formativo.

2.2 Marco conceptual fundamentado (adopción de la teoría y definición de variables o categorías)

Los conceptos y fundamentos teóricos en los que se basa la presente investigación y que están relacionados con los conceptos de autoaprendizaje y metacognición, se referirán a continuación.

El impacto que el aula invertida ha tenido en el rendimiento académico y el aprendizaje de las matemáticas ha sido fuerte. El modelo de aula invertida ha demostrado ser una metodología innovadora y esto se debe a que fomenta el aprendizaje activo y autónomo del estudiante.

La utilización de este enfoque de aprendizaje promueve que los estudiantes adquieran conocimientos fuera del aula tradicional mediante recursos digitales que luego son aplicados en actividades prácticas dentro del aula,

optimizando el tiempo en el aula y promoviendo la interacción significativa del contenido. Es fundamental el enfoque que aporta puesto que proporciona un marco de referencia sobre la efectividad del aula Invertida en la enseñanza de las matemáticas y su impacto en la motivación y rendimiento académico de los alumnos (Arias-Rueda, 2021; Bergmann & Sams, 2012; Bishop & Verleger, 2013).

La incorporación de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas es esencial en el formato de B-Learning. La combinación de la educación presencial con el uso de plataformas digitales y herramientas interactivas como Khan Academy, Kuta Works, Moodle, AP Classroom y Google Classroom, que caracterizan al aprendizaje híbrido, mejora el acceso del aprendizaje, promoviendo la equidad educativa y aumentando la participación de los estudiantes en el área de las matemáticas (Díaz, 2025; McCormack, 2023; Vygotsky, 1986).

A los estudiantes en el modelo de flipped classroom se les fomenta el desarrollo de habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje al organizar su propio proceso de adquisición de conocimientos antes de cada clase. En este punto la metacognición es crucial para el aprendizaje de las matemáticas porque permite que los alumnos monitoreen su comprensión y ajusten sus estrategias de estudio. La medición del impacto del aula invertida en el rendimiento académico de los estudiantes de precálculo es un aspecto central. En varios estudios se ha comparado el aprendizaje de modelos tradicionales contra el modelo de aula invertida y se ha encontrado que el modelo invertido mejora la retención de conocimientos y la resolución de problemas matemáticos (Aguayo, 2019; Barros et al., 2018; García-Gil & Cremades, 2019). Es crucial el recopilar información de la metacognición y el autoaprendizaje en modelos innovadores por medio de investigaciones para analizar cómo el aula invertida influye en la capacidad de los estudiantes para reflexionar sobre su aprendizaje y mejorar su

desempeño académico (Abeysekera & Dawson, 2015; Bhagat et al., 2016; Satparam et al., 2022).

La enseñanza por competencias y el aula invertida se alinean al permitir que los estudiantes desarrollen habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación efectiva, vinculando así a aula invertida con estrategias de enseñanza innovadora que favorecen el aprendizaje autónomo y colaborativo necesarios en el área de las matemáticas. Además, ayudan con la contextualización y la adaptación de los marcos curriculares actuales con la educación nacional (Amaya-Conforme & Yáñez-Rodríguez, 2021; Secretaría de Educación Pública, 2021)

El aula invertida ha demostrado beneficios en el rendimiento académico de los estudiantes, pero también enfrenta desafíos y retos como la resistencia de algunos estudiantes, la falta de acceso a la tecnología y la carga de trabajo adicional para los docentes. Se deben evaluar e identificar los factores que pueden influir en la implementación exitosa del modelo y desarrollar estrategias para la optimización de su uso en aulas de matemáticas (Baig & Yadegaridehkordi, 2023; Novianti, 2025).

El concepto de aula invertida no es un concepto reciente, sino que ha evolucionado a partir de teorías previas acerca del aprendizaje activo y la enseñanza basada en experiencia. Estas teorías, establecidas por Dewey y Brunner y luego llevadas por enfoques contemporáneos, han sido influenciadas por diversas corrientes pedagógica, que nos permite comprender cómo aula Invertida se inserta dentro de la evolución de las metodologías educativas y como ha sido adaptado a la enseñanza en las matemáticas (Bruner,1960; Dewey, 1938)

Para fundamentar teóricamente el aprendizaje invertido la literatura secundaria en este tema proporciona revisiones sistemáticas sobre el aula invertida en donde se analiza la evolución, principios pedagógicos e

implementación en distintos niveles educativos, ayudando a estructurar el marco teórico de la investigación y ofreciendo una base sólida sobre los beneficios y limitaciones del modelo en la educación matemática, contrastando los distintos enfoques y adaptaciones del aula invertida según las necesidades del alumnado.

Barros et al. (2018) realizó un estudio en el que utilizó el aula invertida en estudiantes de física y matemática del 5o semestre de la carrera de docente de educación superior para evaluar la comprensión de la asignatura reflejada en resultados de evaluaciones frente a la metodología tradicional y encontró que el aula invertida resultaba ser más significativa mejorando el ambiente de trabajo y niveles de comprensión de los estudiantes. En otro estudio realizado por Bhagat et al. (2016) que se enfocó en examinar la efectividad del entorno de aprendizaje en el aula invertida en el aprendizaje de conceptos matemáticos y motivación de los estudiantes se indicó una diferencia significativa en el logro de aprendizaje y la motivación entre los dos grupos, y los estudiantes se desempeñaron mejor utilizando el aula invertida.

Bhagat et al. (2016) y Aguayo (2019) han analizado el impacto del Aula Invertida comparándolo con métodos tradicionales, en especial en términos de rendimiento académico, motivacional y de participación estudiantil. Estos estudios aportan evidencia empírica que respalda la necesidad de innovar en la enseñanza de matemáticas, justificando la implementación del aula invertida en el curso de precálculo.

La tecnología juega un papel clave en la efectividad del Aula Invertida. McCormack (2023) y Díaz Porras (2025) analizaron el impacto de plataformas digitales en la enseñanza de matemáticas tales como Khan Academy, Moodle y Teams y exploró sus ventajas en la personalización del aprendizaje y sus limitaciones en términos de accesibilidad y capacitación docente. Su contribución a la investigación radica en la identificación de las herramientas más efectivas para mejorar la enseñanza en un entorno de blended learning.

Es fundamental que los alumnos puedan desarrollar la metacognición en el proceso de aprendizaje de las matemáticas pues esto les permitirá reflexionar sobre su propio aprendizaje y abre pie a mejorar su rendimiento académico. El desarrollo de las habilidades metacognitivas ha sido el foco de diversas investigaciones en la que los autores han analizado el aprendizaje invertido llegando a la conclusión que este modelo educativo fomenta el pensamiento crítico, la autorregulación y la autonomía del alumno. Según estas investigaciones el aula invertida impacta positivamente la capacidad del alumno a planificar, monitorear y ajustar sus estrategias de aprendizaje según cada individuo lo requiera (Abeysekera & Dawson, 2015; Ishartono et al., 2023).

Aula invertida tiene un gran impacto en la inclusión y equidad educativa. En investigaciones realizadas por Satparam (2022), Wang (2024) y Novianti (2025) se examinó la accesibilidad y equidad del aula invertida y se tomó en cuenta factores como la brecha digital, la diversidad en los estilos de aprendizaje y las diferencias en el nivel de preparación de los estudiantes y se concluyó que el modelo de aula invertida es inclusivo y se adapta a las necesidades de todos los estudiantes, incluyendo aquellos que tienen dificultades con el acceso a la tecnología.

Aunque flipped classroom tiene múltiples beneficios, la aplicación de este método en la pedagogía no es algo fácil, tiene varios retos y barreras para su implementación. Entre esos desafíos se encuentra la resistencia al cambio por parte de estudiantes y docentes, la necesidad de capacitación y el tiempo adicional requerido para diseñar materiales educativos adecuados. Se deben implementar al modelo educativo estrategias para mitigar las dificultades más comunes para asegurar su éxito en el aula (Baig & Yadegaridehkordi, 2023; García-Gil & Cremades, 2019; Sevillano-Monje et al., 2022).

Las limitaciones relacionadas con el aprendizaje en línea y la instrucción presencial es fácilmente superada por medio del uso de b-learning (Alammary, 2014), investigaciones concluyen que el aprendizaje combinado resulta más

efectivo en línea que el que se realiza de forma cara a cara (Means et al., 2009), e investigadores aseguran que el aprendizaje combinado es el futuro modelo para impartir educación superior (Norberg et al., 2011).

Las tendencias futuras en educación en matemáticas utilizando aula invertida tienen que ver con su evolución y relación con otras innovaciones educativas como la inteligencia artificial, el aprendizaje adaptativo y la analítica de datos para poder proyectar como la educación matemática seguirá evolucionando y de cómo el aula invertida puede integrarse con nuevas tecnologías para mejorar el aprendizaje e identificar posibles desarrollos futuros en la implementación del modelo (Ishartono et al., 2023; McCormack, 2023; Wang, 2024).

El aula invertida se sustenta en el constructivismo que sostiene que el aprendizaje es un proceso activo y los estudiantes deben construir el conocimiento a partir de su experiencia e interacción con el entorno. Este principio es la base principal del modelo del aula invertida. Según este modelo los estudiantes deben explorar conceptos de manera autónoma antes de la clase presencial y después aplicarlos en actividades interactivas dentro del aula. Esta base teórica permite analizar el aprendizaje basado en competencias donde la metacognición se desarrolla en un entorno más fluido (Bruner, 1960; Piaget, 1950).

Estudios realizados por Vygotsky (1986) argumentan que el aprendizaje tiene mejores resultados con la guía del docente o mediante la interacción con sus compañeros y puede alcanzar niveles de comprensión superiores en un ambiente de aprendizaje sociocultural. En el modelo invertido la interacción sociocultural se aplica cuando los estudiantes llegan al aula o se presentan a plataformas digitales sincrónicas y el docente actúa como el facilitador para llevar al alumno a un nivel más profundo de aprendizaje. Este paso es crucial para la enseñanza de las matemáticas puesto que permite que el aprendizaje se adapte a las necesidades individuales del alumno.

Como se mencionó anteriormente la base teórica del aula invertida está dada por el cognitivismo y la teoría del procesamiento de la información. Estas dos teorías explican cómo la mente procesa, almacena y recupera la información. En el cognitivismo todo el aprendizaje se entiende como un proceso activo en el que los estudiantes van construyendo su conocimiento a partir de la percepción, la memoria y el pensamiento que enfoca como la información es procesada, almacenada y recuperada en el cerebro (Bruner, 1960; Piaget, 1950; Vygotsky, 1986). En el caso de la teoría del procesamiento de la información, propuesta por Sweller (1988) y desarrollada por Mayer (2001) que explica cómo los seres humanos adquieren y organizan su conocimiento propone como primera instancia que la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada y los materiales didácticos deben diseñar apropiadamente para optimizar el aprendizaje y reducir la sobrecarga cognitiva. Mayer (2001) explica que las personas aprenden de forma más eficiente cuando la información es presentada de manera visual y verbal de forma integrada y organizada. La combinación de estas dos teorías da paso para el desarrollo y diseño de materiales educativos efectivos en el que destaca la importancia de la estructura y presentación de la información en el aprendizaje.

Los componentes presenciales y en línea en el modelo de b-learning deben ser integrados efectivamente para que tenga éxito. La falta de coherencia en la enseñanza del modelo de aula invertida puede tener consecuencias de experiencia educativa fragmentada. Garrison y Kanuka (2021) destacan que el diseño de recursos híbridos requiere de una cuidadosa planificación para asegurar que las actividades en línea complementen y refuercen la experiencia educativa presencial. A falta de una planificación adecuada los estudiantes pueden encontrar dificultades para poder conectar adecuadamente los aspectos de aprendizaje en línea con los presenciales.

Para el aula invertida es esencial el desarrollo de videos educativos que optimicen el aprendizaje. Se deben seguir los principios basados en la ciencia

del aprendizaje para que estos videos maximicen la retención y comprensión de los estudiantes, reduciendo la carga cognitiva innecesaria y fomentando un aprendizaje activo, mejorando así la efectividad de la enseñanza audiovisual.

Los videos educativos que se utilizan en el aula invertida deben ser breves, de preferencia de 6 a 10 minutos. Los videos no se pueden extender más puesto que la capacidad de atención y memoria de trabajo de los alumnos son limitadas (Guo et al., 2014; Sweller, 1988) y pueden llegar a generar una sobrecarga cognitiva, reduciendo la retención de y aprendizaje significativo.

Según Mayer (2001) los videos educativos deben seguir el principio de segmentación en aprendizaje multimedia que permita a los estudiantes retener mejor la información, controlando el ritmo de aprendizaje. Esta información debe presentarse en fragmentos pequeños y organizados para que se puedan procesar los conceptos de forma más exitosa. Los videos deben ser divididos en secciones claras con pausas estratégicamente ubicadas para evitar dicha sobrecarga de la memoria de trabajo y facilitar la integración del conocimiento. Es esencial entender el proceso de aprendizaje de información de los individuos. Mayer propone que existen tres tipos de memoria: la memoria sensorial, la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo. Estos tipos de memoria poseen canales separados que procesan el material visual y verbal (Venegas, 2007). Mayer propone que al realizar una producción multimedia se deben considerar los siguientes puntos. Debe de haber un principio de coherencia que determine que aprendemos mejor solo cuando las palabras, imágenes y sonidos relevantes están incluidos. El aprendizaje se mejora cuando hay señales que destacan la organización esencial de la información que se procesa, también conocido como principio de señalización. Debe de existir un principio de redundancia en donde se aprende con más facilidad utilizando gráfica y narración que con gráficos y texto escrito. Se requiere que las imágenes y textos relacionados estén cercanos entre sí (principio de contigüidad) y que las imágenes y palabras relacionadas se presenten simultáneamente en vez de sucesivamente (contigüidad temporal). Al

alumno se le debe presentar el mensaje multimedia en segmentos procesados a su ritmo y no como una unidad continua y se debe presentar la lección con información previa que incluya el nombre y características de los conceptos principales a enseñar (principio de formación previa). El lenguaje que se utilice en estas presentaciones multimedia debe ser coloquial y no formal (Velarde, et al., 2020)

Las teorías de aprendizaje multimedia de Paivio (1986) y Mayer & Moreno (2003) también están de acuerdo con las anteriormente presentadas en donde se enfatiza el uso de imágenes, diagramas y gráficos relevantes para mejorar la comprensión y memoria de los estudiantes. Al representar la información visualmente ayuda a los estudiantes a comprender mejor los conceptos abstractos y fomentar la codificación dual del procesamiento verbal y visual. Es imprescindible que las imágenes que se utilicen sean relevantes para el tema y no incluyan detalles innecesarios que causen que los alumnos se distraigan (Mayer & Moreno, 2003). Este principio de coherencia enfatiza que los elementos distractores como información irrelevante, música de fondo excesiva y efectos visuales deben ser minimizados para evitar que distraigan a los estudiantes. El objetivo primordial es permitir que los estudiantes se concentren en la información esencial, eliminando los estímulos que generan una carga cognitiva extrínseca y dificultad en la comprensión del material.

Lamentablemente existe una gran cantidad de videos tutoriales en las redes digitales que carecen de los aspectos pedagógicos y diseño instruccional indispensables para la satisfacer las necesidades en aspectos educativos de calidad y la implementación formativa en los diferentes contextos y niveles educativos (Velarde, et al., 2020). El diseño instruccional en videos debe basarse en los siguientes pasos: ganar la atención de los estudiantes, informar los objetivos, estimular los recuerdos, presentar el material, guiar en el proceso de aprendizaje, producir la ejecución de problemas matemáticos (en el caso de esta investigación). Esto será complementado en las sesiones presenciales con la

retroalimentación, evaluación del desempeño, promover la retención y transferencia. Estudios demuestran (Mayer, 2008) que los alumnos aprenden mejor cuando sienten que el instructor les habla directamente, no solamente en persona, pero también en el video tutorial. Este tono conversacional y personalizado debe ser cercano y amigable para generar mayor conexión con el alumnado, incrementando la motivación y la retención de información. Es recomendable evitar un lenguaje demasiado formal o mecánico. Además, los videos deben incluir preguntas reflexivas, encuestas o actividades breves que ayuden a mantener el compromiso del estudiante y facilitar la consolidación de la información, ofreciendo momentos de pausa para que los alumnos procesen lo aprendido (Chi & Wylie, 2014; Mayer, 2014). Los videos interactivos aumentan la retención del contenido en comparación con videos pasivos.

La información en los videos didácticos debe ser presentada a un ritmo moderado y con pausas estratégicas. Dichas pausas deben presentarse entre las ideas clave para permitir que los estudiantes reflexionen sobre la información presentada y así mejorar la retención de la misma. Los ritmos acelerados reducen drásticamente la comprensión de la información presentada (Brünken et al., 2003; Sweller, 1988). Es indispensable que los conceptos académicos de los videos estén relacionados con ejemplos concretos y situaciones de la vida real para poder facilitar la comprensión y transferencia del conocimiento. Los ejemplos bien diseñados y empleados mejoran la retención de los conceptos claves de la lección (Ausubel, 1968; Mayer, 2009).

Un último concepto que se menciona en la literatura que debe de incluir en los videos didácticos en las aulas invertidas es resaltar la información clave. Se deben usar colores, negritas o animaciones para destacar términos importantes que ayuden a guiar la atención del estudiante hacia los elementos más relevantes del tema presentado. Esto facilita la organización de la información en la memoria de trabajo del alumno y ayuda a resaltar visualmente

los conceptos principales, mejorando así la retención de información (Mayer, 2014).

La plataforma digital que se utilizará en esta investigación es FlippedMath (flippedmath.com, precalculus.flippedmath.com). Esta plataforma está especializada en matemáticas para nivel secundaria y preparatoria y está diseñada para utilizarse en entornos de aulas invertidas. Este sitio es administrado por profesores con amplia experiencia quienes diseñan los videos y ellos mismos explican las lecciones. Este sitio incluye lecciones en las materias de álgebra, geometría, precálculo y cálculo y tiene un amplio enfoque académico y sistemático. Los integrantes del grupo que conforman este sitio son docentes internacionales con un dominio experto y comprensión profunda del sistema educativo de flipped classroom aplicado específicamente en el área de las matemáticas (flippedmath.com). Este equipo lo conforman:

- Mr. Timothy Kelly, BA en Matemáticas (SUNY Geneseo) y MA en Educación (Walden University); ha enseñado internacionalmente (Estados Unidos, Bahréin, Alemania).
- Mr. Bean, graduado en Historia y con maestría en Integración de Tecnología Educativa; con trayectoria en varios países.
- Mr. Brust, con 16 años de experiencia en el sistema DoDDS (un sistema educativo gestionado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos) y formación en EE. UU.
- Mr. Sullivan, profesor en Kaiserslautern High School (Alemania), parte del sistema educativo del Departamento de Defensa de EE. UU. (DoDEA)

Esta plataforma es reconocida por su enfoque en el modelo de flipped classroom y por la calidad de sus recursos educativos. Este sitio ha sido recomendado por TeachersFirst, comunidad educativa en línea con audiencia internacional que es utilizada por docentes que buscan recursos confiables de

calidad, con alto compromiso con la educación e innovación tecnológica. FlippedMath se alinea con los estándares académicos adaptando su contenido con las expectativas de College Board, institución estadounidense encargada de crear pruebas académicas como el SAT, AP, PSAT/NMSQT, entre otras.

Los videos tutoriales de FlippedMath son de fácil comprensión, paso a paso, que van acompañados de guías y recursos adicionales como hojas de trabajo para seguir la lección y que incluye problemas adicionales. Los videos de esta plataforma son reconocidos por su claridad, ritmo adecuado y por ser un apoyo efectivo al aprendizaje autónomo, guían al estudiante de manera efectiva y favorecen el autoaprendizaje. Su estructura está alineada con el modelo de flipped-mastery el cual se orienta a que los estudiantes dominen cada uno de los conceptos presentados antes de avanzar al siguiente, promoviendo una distribución individualizada del aprendizaje. FlippedMath es un sitio con respaldo pedagógico y técnico bien fundamentado que se considera una fuente altamente confiable para apoyar el modelo de aula invertida en cursos de precálculo y demás materias de nivel superior.

El modelo de blended learning prepara a los estudiantes a afrontar un entorno laboral moderno en que a menudo se requieren habilidades para trabajar de manera independiente y gestionar el tiempo eficazmente. Las habilidades digitales y la capacidad de trabajar en entornos virtuales son, hoy en día, más valoradas por los empleadores (World Economic Forum, 2023). Este modelo ofrece a los estudiantes una oportunidad para desarrollar estas competencias al completar sus estudios y mejorando su preparación personal para el mercado laboral.

El aprendizaje autorregulado implica que los estudiantes deben activamente gestionar su propio aprendizaje a través de la planificación, el monitoreo y la evaluación constante de su progreso. En aula invertida se espera que los estudiantes desarrollen habilidades metacognitivas enfrentados a los materiales previamente enseñados de manera autónoma fomentando las

estrategias de aprendizaje matemático y autorregulación (Flavell,1979; Zimmerman,1986).

Los estudiantes deben desarrollar sus habilidades individualmente, como son la resolución de problemas, la comunicación matemática, discutir estrategias en donde se aplica lo aprendido en escenarios prácticos y reales y la autonomía. En este modelo el aprendizaje debe ser significativo y aplicado en donde los alumnos aprendan el contenido, el desarrollo de habilidades clave como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación y colaboración con docentes y demás compañeros. La evaluación de los estudiantes no debe ser mediante pruebas teóricas sino mediante proyectos, estudios de caso y tareas que reflejen situaciones reales. El alumno debe regular su aprendizaje por medio de autonomía y metacognición, debe haber un diseño académico interdisciplinario que integre diferentes disciplinas y no solamente una asignatura para poder desarrollar competencias. Finalmente, debe existir una retroalimentación constante para que al estudiante se le proporcione información continua de su avance, ayudando así a su mejoramiento progresivo (Perrenoud, 1999; Tobón, 2013; Vargas, 2008).

En un enfoque de competencias se busca que los alumnos sean capaces de aprender, adaptarse y resolver problemas en contextos reales, preparándose para su vida académica y profesional. En un contexto en el área de matemáticas aula invertida se alinea con la teoría fundamentada al vincular el aula invertida con el desarrollo de habilidades necesarias para el aprendizaje en el siglo XXI (Tobón, 2013; Vargas, 2008).

Se ha encontrado que los estudiantes aprenden mejor cuando se involucran activamente en el proceso de aprendizaje y participan en las experiencias prácticas que promueven la reflexión (Dewey, 1938; Kolb, 1984), base de la teoría del aprendizaje activo y experiencial. Dentro del modelo de aula invertida los estudiantes aplican lo que aprenden en actividades dentro del aula, teniendo una experiencia de aprendizaje más significativa, especialmente en el

área de las matemáticas en donde la resolución de problemas y el razonamiento lógico son esenciales para el éxito en la materia.

La teoría de la carga cognitiva en ambientes digitales es de suma importancia en la implementación del aula invertida. El uso de tecnologías en la educación es la base primordial de flipped classroom al considerar la capacidad limitada de la memoria de trabajo del estudiante. Los recursos digitales deben ser diseñados estratégicamente para optimizar el aprendizaje al segmentar la información, como ya se mencionó con anterioridad al describir las características de los videos instructivos (Mayer & Moreno, 2003; Sweller, 1988).

La investigación aquí propuesta tiene bases teóricas sólidas que permiten analizar cómo el aula invertida promueve el aprendizaje más activo y autónomo utilizando las teorías del constructivismo, aprendizaje autorregulado y el aprendizaje experiencial, además de permitir la interacción social y la mediación del aprendizaje por medio de la teoría de la zona de desarrollo próximo de Vygotsky. El impacto de la tecnología en la optimización del aprendizaje está dada por la carga cognitiva y procesamiento de la información y finalmente el aprendizaje basado en competencias habilita al modelo de aula invertida para desarrollar competencias específicas en el área de matemáticas.

Por otro lado, existen teorías que se contraponen al impacto del aula invertida en el desarrollo de habilidades metacognitivas y aprendizaje en estudiantes como el aprendizaje directo y la enseñanza tradicional que promovieron Kirschner, Sweller & Clark (2006) cuya argumentación se basa en que las enseñanzas tradicionales en la instrucción directa a través del proceso debe ser la principal herramienta de conocimiento y el aprendizaje debe suceder cuando los alumnos reciben explicaciones detalladas de dentro del aula para poder explorar conceptos por su cuenta.

Desde esta perspectiva, el aula invertida es considerada como ineficaz pues esta asume que los estudiantes tienen la autodisciplina y habilidades

necesarias para aprender de manera independiente fuera del aula, lo que resulta en la generación de lagunas en la comprensión del alumno. Además, la enseñanza directa ha demostrado su efectividad en la enseñanza de las matemáticas al proporcionar explicaciones estructuradas y guiadas paso a paso dentro del aula. La teoría de la enseñanza tradicional plantea una crítica a la autonomía que el aula invertida otorga, como principio primario, al estudiante.

Otra idea que se contrapone al aula invertida es la que tiene que ver con la carga cognitiva. Esta teoría sugiere que el aprendizaje es mucho más efectivo cuando se minimiza la sobrecarga en la memoria del trabajo. Kirschner et al. (2006) argumentan que el aula invertida puede sobrecargar a los estudiantes al pedirles que aprendan conceptos clave fuera del aula, sin la orientación de profesores lo que puede resultar en una comprensión del tema superficial o errónea. En matemáticas es sumamente importante la secuenciación del contenido y la claridad de este en la instrucción, es fundamental. La falta de interacción inmediata con el docente podría ser perjudicial para los estudiantes, haciendo a la materia más difícil para su comprensión. Es necesario investigar esta oposición de ideas pues es clave que los estudiantes se beneficien al máximo del aprendizaje independiente o, en caso contrario, que haya más intervención del docente.

Una de las mayores desventajas atribuidas al aula invertida es la desigualdad de acceso tecnológico y brecha digital (Selwyn, 2011; Warschauer & Matuchniak, 2010). Dicha brecha puede agravarse puesto que la efectividad del modelo educativo depende del acceso a dispositivos electrónicos y la conexión a internet. Los estudiantes que tienen menor acceso a recursos tecnológicos pueden verse en desventaja al no poder acceder a los materiales del curso o también en caso de que el curso carezca de un ambiente adecuado para el autoaprendizaje. La falta de alfabetización digital tanto de algunos docentes como de alumnos es también causante de la dificultad de la

implementación del modelo de aula invertida. Es necesario evaluar si este modelo educativo es realmente equitativo para todos los estudiantes.

Uno de los factores más importantes que han llevado a la comunidad educativa a dudar de este modelo es la resistencia estudiantil y la falta de motivación que muestran los alumnos. No todos los estudiantes responden de manera positiva al autoaprendizaje y algunos estudios han demostrado que los estudiantes se resisten a este modelo pues implica que ellos deben de tener una mayor responsabilidad y carga de trabajo fuera del aula (Chen et al., 2014; Strayer, 2012). Aquellos estudiantes que suelen estar acostumbrados a un modelo pasivo de aprendizaje en el modelo tradicional pueden mostrar desmotivación cuando se les exige mayor autonomía. Lo que nos lleva a la conclusión que el aula invertida no es efectivo para todos los perfiles estudiantiles y la transición entre un modelo y otro puede generar dificultades al tratar de adoptarlo.

Otros científicos, como Garrison et al. (2000) y Picciano (2002), argumentan que la interacción cara a cara es esencial para el aprendizaje significativo y que el aprendizaje en línea o híbrido, como el aula invertida, puede reducir la cantidad de interacciones entre estudiantes y docentes. Algunos investigadores han encontrado que los estudiantes en entornos invertidos pueden sentirse menos conectados con sus profesores y demás compañeros, lo que podría afectar el compromiso con la materia, reduciendo la calidad de la enseñanza y la presencia social de los estudiantes.

Luego de proporcionar las bases críticas y las limitaciones del aula invertida en la enseñanza por las diversas teorías y autores se podrá, por medio de esta investigación, evaluar si realmente el aula invertida mejora la comprensión y el rendimiento académico o si este modelo en realidad genera sobrecarga cognitiva, afectando negativamente a los estudiantes con dificultades de aprendizaje en el área de matemáticas, explorando la resistencia de estudiantes e identificando factores que pueden influir en la aceptación o rechazo

del modelo, además de analizar el impacto de aula invertida en la interacción docente-estudiante y determinando si afecta la motivación y el aprendizaje colaborativo. De las teorías aquí presentadas acerca de las posibles limitaciones del aula invertida, en el contexto del Colegio Americano, se puede descartar la desigualdad de acceso tecnológico y la brecha digital pues todos los alumnos de este centro educativo cuentan con internet en casa y laptops de última generación.

Para esta tesis el problema central es la necesidad de evaluar el impacto que tiene el modelo de Blended Learning a través del enfoque de aula invertida en comparación con el modelo de educación tradicional basándose en el rendimiento académico de los alumnos. Como ya lo hemos mencionado, B-learning ha ganado mucha popularidad en las últimas décadas, pero la falta de evidencia clara sobre su efectividad en los contextos educativos genera dudas sobre su aplicación generalizada. No se sabe con certeza si los estudiantes que participan en entornos de aula invertida logran mejores resultados que aquellos que siguen el modelo tradicional de enseñanza que se centra en la exposición directa del docente.

En el caso específico de este proyecto de investigación se ha optado por desarrollar una perspectiva teórica integradora, en lugar de una única teoría. Esta teoría integradora que combina los diversos enfoques que explican el impacto del aula invertida en la enseñanza de la matemáticas a nivel bachillerato permite una visión más amplia y holística del problema de investigación, el cual considera factores como la metacognición, el autoaprendizaje, la carga cognitiva, la medición tecnológica y la interacción social, permitiendo construir un marco mucho más sólido e integrando las teorías que complementan la comprensión del fenómeno en estudio (Creswell, 2014; Eisenhart, 1991).

Para poder realizar la justificación del uso de aula invertida como un modelo educativo eficiente que promueva la autonomía del estudiante y el aprendizaje significativo se deben combinar las teorías constructivistas con el

aprendizaje basado en competencias para explicar cómo es que el aula invertida fomenta la construcción activa del conocimiento y desarrollo de habilidades claves en las matemáticas (Piaget, 1950; Tobón, 2013; Vygotsky, 1986). Es necesario incorporar elementos de la teoría del aprendizaje autorregulado para poder analizar cómo el aula invertida impacta la capacidad de los estudiantes para poder planificar, monitorear y ajustar su propio aprendizaje. La metacognición es el elemento clave y esencial en las matemáticas que permite que los estudiantes reflexionen sobre sus estrategias de resolución de problemas, ayudando así a evaluar como el aula invertida influye en la adquisición de autonomía y eficiencia en el aprendizaje (Flavell, 1979; Zimmerman, 1986).

Se debe de considerar e incorporar la teoría de la carga cognitiva en este modelo de aprendizaje para analizar cómo el uso recursos digitales se pueden optimizar o sobrecargan la memoria de trabajo del estudiante, fundamentalmente para evaluar si la estructura del aula invertida mejora la comprensión matemática atkino si genera dificultades adicionales para ciertos estudiantes (Mayer, 2001; Sweller, 1988).

Al estudio se incorpora un análisis de la influencia de la teoría sociocultural (teoría de la zona de desarrollo próximo) para justificar la importancia de la interacción entre estudiantes y docentes. Aun cuando el aprendizaje inicial ocurre de manera individual, la interacción en clase permite consolidar el conocimiento a través del diálogo y la colaboración, permitiendo evaluar si el aula invertida mejora la participación y la construcción social del conocimiento en el área de matemáticas (Vygotsky, 1986).

2.3 Marco contextual-institucional

La presente investigación para obtener el grado de doctorado se realiza en el American School Foundation of Guadalajara, A.C. (ASFG), también conocido

como el Colegio Americano. El ASFG es una institución educativa privada que incluye los grados de preescolar hasta bachillerato. El ASFG es un colegio bicultural con un alto nivel académico y se ubica en la ciudad de Guadalajara en el estado de Jalisco. Esta institución se fundó en el año 1908 y desde entonces provee una educación basada en un modelo estadounidense con enfoque internacional. El ASFG tiene como objetivo preparar a los estudiantes a ingresar a universidades tanto nacionales como internacionales. El Colegio Americano se destaca por tener un currículum bilingüe y bicultural donde se imparten clases en inglés y español, su enfoque académico es riguroso y sigue estándares internacionales que incluyen Advanced Placement (AP) y el bachillerato internacional (IB) a nivel preparatoria. La metodología educativa del ASFG está centrada en el estudiante, promoviendo el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas. Su comunidad es diversa y global, contando con estudiantes de diversas nacionalidades. Su infraestructura es moderna y con instalaciones de vanguardia que incluyen laboratorios de ciencia, bibliotecas, auditorios y espacios deportivos de primer nivel (ASFG, 2025).

El Colegio Americano cuenta con aproximadamente 1,520 estudiantes y 130 profesores, 45% de los docentes son locales y 55% son extranjeros de países como Estados Unidos, Canadá, Australia e Inglaterra. Su rotación anual de docentes es de 15%. Dentro del alumnado, 75% son mexicanos, 13% estadounidenses con vínculos con México y el restante 12% son de países asiáticos, latinoamericanos y europeos. Más de 95% de los graduados de bachillerato asisten a la universidad (ASFG, 2025).

La población del ASFG son familias de clase media-alta y alta. Aunque la población estudiantil ha mostrado ser constante a través del tiempo en ciertas épocas de recesión económica en el país ha bajado la población pues las mensualidades y costos de admisión se basan en el tipo de cambio del dólar.

El American School cuenta con acreditaciones de organizaciones educativas internacionales que aseguran la calidad y estándares de su currículo.

Estas acreditaciones provienen de organismos como la Southern Association of Colleges and Schools (SACS) o la Association of American Schools in Mexico (AASM), entre otros.

La escuela colabora con organismos internacionales educativos para mejorar sus prácticas y mantenerse al tanto de las mejores prácticas y estándares globales en educación. La institución se mantiene al día con las tendencias educativas globales, como el uso de tecnologías avanzadas en el aula, metodologías pedagógicas innovadoras y enfoques educativos centrados en el estudiante, aplicación de pruebas estandarizadas internacionales como AP, MAP, etc. También prepara a sus estudiantes para ingresar a universidades internacionales, ofreciendo asesoramiento en el proceso de admisión y preparando a los estudiantes para exámenes estandarizados como el SAT, ACT, y otros requisitos de ingreso universitario internacional.

La tecnología en el ASFG ayuda a los profesores a enseñar a los estudiantes a aprender mejor y así permitir que los estudiantes personalicen y controlen su aprendizaje y les permita interactuar de mejor manera. Se fomenta al estudiante practicar el aprendizaje práctico para poder generar su creatividad y mejorar la comunicación. Al poder utilizar la tecnología, los estudiantes pueden obtener conocimientos y habilidades que necesitarán para la universidad y el trabajo profesional. En el ASFG se utiliza la tecnología en todos los niveles escolares. Los estudiantes más jóvenes en preescolar comienzan con experiencias tecnológicas simples como aprender a utilizar las tabletas y computadoras para juegos de aprendizaje. Más adelante los alumnos aprenden a ser ciudadanos digitales responsables y los estudiantes mayores pueden practicar actividades académicas como la robótica, diseños 3D, creación de sitios web y mucho más.

La tecnología en el colegio incluye:

- Todas las aulas equipadas con ordenadores y proyector de vídeo.

- Programa individualizado de portátiles MacBook en los grados 7 a 12.
- Programa individual de Chromebook en los grados 3 a 6.
- iPads y Chromebooks en niveles de grados inferiores.
- Bibliotecas con Chromebooks y iPads.
- Servicios de centro de impresión y fotocopias para todo el personal y estudiantes.
- Laboratorios de computación de instrucción.
- Aplicaciones de Google para la educación.
- Numerosos programas de software y suscripciones.
- Personal técnico y entrenador de integración tecnológica.
- Internet de banda ancha y wifi.
- CCTV y sistema de control de acceso al campus.

En el ciclo escolar 2009-2010 el colegio decidió implementar un Proyecto de Aprendizaje del Siglo 21 (21st Century Learning Project) con el propósito de fomentar las habilidades de alfabetización digital y colaboración para poder impulsar la adquisición del pensamiento crítico y la resolución de problemas en todos los niveles. Esta estrategia incluyó el adquirir laptops para todos los maestros y estudiantes de primero de secundaria hasta el último año de bachillerato. Durante estos años esta implementación ha permitido que los alumnos y profesores tengan dominio sobre el aprendizaje a través de un acercamiento innovador. Esta estrategia por sí sola no contribuye a un aprendizaje significativo, por ese motivo el colegio siempre ha estado abierto a buscar nuevos métodos de mejoramiento del aprendizaje. El aula invertida puede ser una estrategia pedagógica innovadora en el colegio para el eficiente

aprovechamiento de todos los recursos tecnológicos que el American School ofrece.

La visión del ASFG reconoce al estudiante como un agente activo en la construcción del conocimiento y valora el que se utilicen estrategias pedagógicas ubicadas en un contexto real. La institución ha invertido considerables esfuerzos y recursos en infraestructura tecnológica y un modelo de estudios riguroso pero estos recursos no siempre se traducen a aprendizajes significativos o en el aumento de las habilidades metacognitivas del estudiante y del autoaprendizaje.

Se busca implementar un modelo de calidad educativa que esté orientado al desarrollo integral del estudiante, el cual promueva la calidad del aprendizaje significativo, desarrollando competencias para la vida y preparación de los alumnos en contextos complejos y cambiantes. Esta visión se alinea con los principios de la UNESCO (Delors et al., 1996), que abogan por aprender a conocer, a hacer, a vivir juntos y a ser.

Según diversos estudios (Bergmann y Sams, 2012; Bishop & Verleger, 2013) se ha demostrado que la simple presencia de la tecnología en el aula no garantiza que de un cambio en la calidad del aprendizaje si este no va acompañado de metodologías activas e innovadoras como el aula invertida. La falta de continuidad en la implementación sistemática, basada en competencias, limita el impacto que podría tener la tecnología en el desarrollo integral de los estudiantes.

Esta brecha se manifiesta particularmente en las clases de precálculo, donde se espera que los estudiantes desarrollen habilidades de autorregulación y de pensamiento matemático de orden superior, competencias fundamentales para la vida universitaria. Sin embargo, las estrategias de enseñanza tradicional siguen predominando, reduciendo el potencial transformador de la tecnología disponible.

Esta problemática presente es la motivación de este estudio en el cual se busca documentar la implementación del aula invertida, y determinar si este tiene un impacto positivo en la educación y mejora en competencias sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje. Bajo un enfoque metodológico cuantitativo, se analizarán de manera sistemática los registros académicos y puntajes de aprovechamiento para así poder generar evidencia empírica robusta que permita respaldar la optimización de las prácticas docentes y el fortalecimiento de los enfoques pedagógicos.

La educación es una práctica transformadora que se compone de conocimientos generados que tiene un impacto tangible en la mejora de la calidad educativa, por ende, este trabajo de investigación no solo se limita a describir un fenómeno (aula invertida en las matemáticas) sino que busca incidir en la práctica docente y el diseño institucional al proponer modelos y estrategias bien fundamentadas y replicables en contextos similares. Esta investigación actuará como un mecanismo de retroalimentación para la institución, permitiendo identificar fortalezas y áreas de oportunidad en la integración de tecnologías y metodologías centradas en el estudiante, clave para asegurar la calidad educativa en un entorno globalizado. Se adoptará el modelo de aula invertida como estrategia metodológica en lugar de la metodología tradicional en la materia de precálculo para poder mejorar el acceso al contenido teórico de la materia y la aplicación práctica de los conocimientos.

2.4 Esquema gráfico del marco histórico-conceptual

Figura 2

Esquema gráfico de la investigación



CAPITULO III

Metodología de la investigación

3.1 Elección del enfoque metodológico

La presente investigación está enfocada en determinar el impacto del aula invertida en las habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje de estudiantes de bachillerato en el American School Foundation of Guadalajara (ASFG) en la materia de Precálculo Regular y Avanzado. Se utilizará una metodología cuantitativa entrelazando distintas dimensiones del proceso de investigación. En este proyecto no se realizarán en compartimientos estancos, sino que se tendrá el fin de comprender la naturaleza de esta investigación determinada (Cazau, 2006). Esta investigación se articula de manera fundamentada en elementos de investigación, teniendo un sustento en el enfoque cuantitativo partiendo de las necesidades específicas del estudio y sus objetivos.

Enfoque cuantitativo

La investigación cuantitativa tiene un enfoque investigativo con una metodología única que se basa en las ciencias exactas con el propósito de buscar explicación a fenómenos estableciendo regularidades en los mismos, leyes que expliquen el comportamiento del fenómeno en estudio. Esta metodología debe realizar una descripción neutra, objetiva y completa de observaciones sistemáticas, prescindiendo de cualquier percepción subjetiva. Este tipo de investigación se basa en cuantificar y medir una serie de repeticiones que formulan tendencias para así poder cuantificar cada elemento que compone el todo (Monje, 2011).

Esta triangulación de datos, fuentes y enfoques proporcionan mayor validez a los resultados y ofrecen una visión más completa del fenómeno que se investiga. La combinación de instrumentos, tales como encuestas estandarizadas, y análisis de desempeño académico permite capturar los resultados observables y las percepciones subjetivas de la dinámica nueva del modelo invertido.

Debido a la naturaleza de las variables y el alcance del estudio, se emplea un enfoque estrictamente cuantitativo, permitiendo la medición objetiva y generalización de los resultados mediante el análisis estadístico. Las variables clave que se utilizan en el estudio son observables, medibles y comparables numéricamente. Este enfoque enfatiza la objetividad, replicación y capacidad de realizar generalizaciones de los resultados obtenidos. El diseño comparativo incluye la comparación entre Flipped Learning contra el modelo de educación tradicional, la recolección sistemática de datos como pruebas académicas, pre MAP y cumplimiento de actividades (video quizzes). La correcta planificación utilizando el modelo de Flipped Learning y la integración de los componentes asincrónicos y presenciales deben ser estructurados y coherentes para obtener datos confiables y objetivos para realizar el análisis estadístico. La fragmentación de actividades digitales y presenciales puede tener repercusiones negativas en cuestión de efectividad de implementación (Garrison, et al., 2021).

3.2 Descripción de método de investigación

Investigación aplicada

La presente investigación está dentro del rubro de investigación aplicada puesto que tiene como propósito el resolver una problemática concreta acerca de la calidad educativa dentro de una institución específica, al ASFG. La investigación aplicada no solo se orienta en la producción de conocimiento puro sino en la resolución de problemas prácticos, con un soporte del conocimiento teórico disponible (Cazau, 2006).

Con esto en mente, este proyecto busca responder la pregunta de cómo se puede contribuir al desarrollo de habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje en estudiantes de preparatoria implementando el modelo de aula invertida con un enfoque por competencias. Esta inquietud surge de un interés personal relacionado directamente al contexto escolar del American School, en donde existe un nivel alto de acceso a recursos tecnológicos y metodologías modernas, pero en el que se ha identificado una brecha entre las herramientas accesibles y el desarrollo real de las competencias de aprendizaje autónomo y pensamiento crítico de los estudiantes.

Se optó por el enfoque aplicado porque éste permite establecer puentes entre la teoría educativa contemporánea, como enseñanzas basadas en competencias y metacognición, y las tradicionales prácticas docentes que son concretas, evaluables y replicables. En este sentido, el marco del estudio no solo describe la situación actual, sino que propone una intervención educativa específica al contexto del ASFG, acompañado de un diseño evaluativo riguroso.

Tabla 1

Cuadro comparativo de indicadores de la investigación aplicada y su desarrollo en el presente proyecto de investigación

Indicador	Investigación Aplicada (Cazau, 2006) (Monje, 2011)	Indicador aplicado a proyecto de investigación con justificación
Finalidad de estudio	Solucionar o proponer soluciones a un tema en específico, o un problema planteado.	El estudio tiene como finalidad mejorar prácticas pedagógicas reales en el aula de precálculo mediante la implementación de un modelo innovador (flipped learning), por lo tanto, es aplicada.

Orientación epistemológica	Particularizar una solución o bien generar tecnología aplicada.	El estudio se basa en un enfoque pragmático con elementos constructivistas, pues busca comprender y transformar la práctica educativa mediante la implementación de flipped learning basado en competencias.
Ubicación en el tiempo	Es orientada a problemas específicos actuales por lo cual plantea una solución en un tiempo determinado	El estudio se desarrolla dentro de un ciclo escolar concreto durante 10 semanas y mide cambios antes y después de una intervención educativa específica.
Ubicación de espacio	Los problemas se describen a un contexto en específico y las soluciones se limitan al contexto descrito en un primer momento.	Está centrado en un grupo específico de estudiantes de segundo grado de bachillerato de la materia de Precálculo Regular y Avanzado del American School, lo cual hace que la investigación se ubique en un espacio educativo definido.
Metodología	Se construye a través de una metodología hipotético deductivo, bajo las características de los métodos clínicos y análisis de casos.	La metodología es cuantitativa, pues se recolectan y analizan datos cuantitativos para comprender el impacto del modelo pedagógico.
Validez de estudio	Su validez se refiere a la capacidad de soluciones.	Se prioriza la validez externa, ya que se busca que los resultados sean útiles y aplicables para mejorar prácticas pedagógicas reales en otros contextos similares.

Investigación evaluativa

La investigación evaluativa es aquella orientada a “valorar la eficacia o los efectos de ciertos programas, políticas o intervenciones sociales o educativas” (Cazau, 2006), por lo que esto le dará una segunda dimensión al estudio en curso. La intervención consistirá en la implementación del aula invertida como estrategia innovadora para el desarrollo de habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje, lo que integrará este modelo a la currícula habitual de los estudiantes que participaran en el estudio.

El estudio se caracteriza por tener una naturaleza evaluativa que se manifiesta, tanto en su diseño metodológico como en su objetivo. Se utilizarán instrumentos cuantitativos como pruebas de avance académico al aplicarse el modelo educativo de flipped learning. Por medio de estas evaluaciones se podrá identificar si hubo mejora en los niveles de autonomía y metacognición de los estudiantes y de qué manera estos cambios están relacionados con la implementación del modelo pedagógico invertido.

La utilización de este enfoque evaluativo no sólo se limitará a medir los resultados, también contempla el uso de la retroalimentación tanto a los estudiantes como del modelo educativo en sí. Además, se realizará un análisis de las condiciones institucionales que favorecen (o no) la innovación educativa, promoviendo una evaluación integral, formativa y contextualizada, en línea con propuestas contemporáneas de evaluación de programas educativos.

Investigación explicativa

Este estudio tiene como objetivo generar conocimientos explicativos más allá de solo su aplicación y evaluación. El proyecto propone explicar los mecanismos mediante los cuales el aula invertida incide de forma positiva o negativa en el desarrollo de habilidades metacognitivas del alumnado. Siendo ésta una investigación explicativa se busca establecer relaciones causales entre variables

y así construir modelos teóricos que permitan comprender la razón por la que un fenómeno (Cazau, 2006).

El diseño de esta investigación incluye el uso de un grupo de control, el cual permitirá comparar los efectos del aula invertida en estudiantes que participaron en la intervención con aquellos que siguieron con un modelo tradicional. El método tradicional que se lleva en el bachillerato en ASFG incluye el uso de plataformas como Google Workspace (Gmail, Google Drive, Google Classroom, Google Docs, Sheets y Slides) y College Board Classroom, de modo que la diferencia entre el grupo tradicional y de tratamiento radica en la organización temporal y funcional del proceso de enseñanza-aprendizaje. La instrucción, por medio de videos tutoriales breves y estructurados se traslada fuera del aula y los tiempos de clase presencial se enfocan en el desarrollo de actividades prácticas, colaborativas y de pensamiento crítico bajo la guía del docente. Para la investigación se busca controlar las variables externas, aislando, a medida de lo posible, el efecto de la intervención sobre los indicadores de metacognición y aprendizaje.

3.3 Diseño de la investigación

Dentro de la investigación cuantitativa el diseño de los estudios de investigación se clasifica en investigación experimental y no experimental. La investigación experimental puede dividirse a su vez en pre-experimentos, experimentos “puros” y cuasiexperimentos. En el caso de pre-experimentos el grado de control es mínimo y no cumple con los requisitos de un experimento “puro” y es utilizado solo como un primer acercamiento al problema de investigación, como estudio exploratorio. El diseño experimental “puro” es aquel en el que el investigador manipula puede manipular una o más variables independientes y observar su efecto en otras variables dependientes al utilizar grupos de control y asignación aleatoria de los sujetos participantes. Este diseño tiene como objetivo el

establecer relaciones causales entre variables. Los diseños cuasi experimentales también buscan establecer relaciones causales entre variables, pero a diferencia del diseño experimental “puro”, el diseño cuasi experimental no utiliza asignación aleatoria de la muestra para los grupos de tratamiento y control. Los grupos utilizados ya están formados por características preexistentes (Hernández et. al., 2010).

El presente estudio adopta un diseño cuasi experimental con un grupo de tratamiento y otro de control por cada curso implementado (Precálculo Regular y Precálculo Avanzado). Debido a que la asignación de los grupos depende totalmente de la organización administrativa de la institución, no se cuenta con la habilidad de aleatoriamente asignar los miembros del grupo experimental y de control. Un grupo experimental recibe la intervención de Flipped Learning mientras que el grupo de control permanece con el modelo tradicional de instrucción. Este diseño incluye medidas de pre-intervención (resultados individuales de la prueba MAP del final del ciclo escolar anterior y resultados de pruebas diagnósticas al inicio del ciclo escolar) y post-intervención (evaluaciones académicas durante las 10 semanas del tratamiento) para evaluar cambios en el rendimiento académico.

El mismo docente imparte todas las clases, lo cual reduce una fuente importante de variabilidad al no haber diferencia por el método o estilo de impartición de clases del profesor.

La selección de la muestra responde a un muestreo no probabilístico por conveniencia, seguido de una asignación aleatoria de condiciones experimentales. Debido al tiempo limitado y modificación del plan experimental el grupo de Precálculo Regular no tiene esta repetición en el segundo ciclo escolar.

Tabla 2*Diseño de investigación*

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
Paradigma de investigación	Positivista (Cuantitativo)
Método general de la investigación	Hipotético-Deductivo
Categorías	1) Impacto del aula invertida 2) Autonomía y metacognición del estudiante
Propósito general	Determinar el impacto del modelo de aula invertida como estrategia didáctica en el rendimiento académico y el desarrollo de la autonomía/metacognición en estudiantes del programa de Precálculo Avanzado y Regular.
Propósitos específicos	• Comparar los resultados de rendimiento académico entre el grupo experimental (aula invertida) y el grupo de control (instrucción tradicional). • Evaluar el desarrollo de las habilidades de autoaprendizaje y autonomía en el grupo experimental (Avanzado y Regular) a lo largo de la intervención. • Analizar la percepción y la usabilidad del modelo por parte de los estudiantes.
Hipótesis de investigación	La aplicación del modelo aula invertida generará una mejora estadísticamente significativa en el rendimiento académico y en el desarrollo de la autonomía/metacognición de los estudiantes de Precálculo Avanzado y Regular en comparación con la instrucción tradicional.
Alcance cuantitativo	Correlacional y explicativo
Tipo de la investigación	Cuasi-experimental (diseño con grupos de control no equivalentes)
Técnicas de recopilación	Evaluación estandarizada (para rendimiento)

Instrumentos de recopilación	Exámenes de la Unidad creados en College Board Classroom (para rendimiento) Resultados individuales de la prueba MAP del final del ciclo escolar anterior
Tamaño de muestra	29 estudiantes del curso de Precálculo Avanzado 45 estudiantes del curso de Precálculo Regular
Muestreo no probabilístico	Muestreo por Conveniencia. La muestra se conforma por los estudiantes disponibles en los grupos de Precálculo Avanzado y Regular seleccionados para la intervención (grupo experimental) y el grupo de control.

3.4 Elección de población y muestra

Población

Una población se define como el conjunto de todos los elementos, llámese individuos, objetos, eventos, etc. que tengan en común una serie de características para un estudio de investigación (Hernández et. al., 2010).

La población objeto del presente estudio está conformada por estudiantes del bachillerato del American School Foundation of Guadalajara, A.C., veintinueve de los cuales están inscritos en el curso de Precálculo Avanzado y cuarenta y cinco estudiantes que cursan Precálculo Regular, ambos durante el ciclo escolar 2025–2026 con la autorización de la dirección del Colegio Americano para la realización de este estudio (anexo I),

Muestra y notificación de participación

La muestra se define como un subgrupo de la población de interés en el cual se recaban datos y éste deberá ser representativo de la población. La muestra debe definirse claramente y de antemano si el investigador pretende que los resultados obtenidos logren extrapolarse a la población y presente validez (Hernández et. al., 2010)

La población objeto del presente estudio está conformada por los estudiantes inscritos en el curso de:

- Precálculo Avanzado (ciclo escolar 2025–2026), 29 estudiantes
- Precálculo Regular (ciclo escolar 2025–2026), 45 estudiantes

del bachillerato del Colegio Americano de Guadalajara A.C. Esta población pertenece a un contexto educativo privado y bicultural, con estudiantes de 17 y 18 años que provienen de un grupo socioeconómico medio-alto a alto en un entorno que favorece el uso intensivo de la tecnología educativa.

Para el estudio se seleccionó:

- Un grupo experimental de Precálculo Avanzado de 13 estudiantes del ciclo escolar 2025-2026, con un grupo de control de 16 estudiantes.
- Un grupo experimental de Precálculo Regular de 15 estudiantes del ciclo escolar 2025-2026, con un grupo de control de 30 estudiantes.

Con estas muestras no se pretende extrapolar los resultados a otras poblaciones, sino indicar un camino de innovación tecnológica en el área de las matemáticas y obtener información acerca de la diferencia en cuestión metacognitiva y de autorregulación de estudiantes de nivel básico y avanzado.

La participación de los estudiantes en la investigación será posible gracias a un permiso (anuencia) formal por parte del director de bachillerato del Colegio Americano, Sr. Brian Zink, el cual me autorizó llevar a cabo el proyecto de investigación doctoral dentro de los cursos de precálculo durante el ciclo escolar 2025-2026. La anonimidad de los datos de los estudiantes será respetada. Con estas muestras no se pretende extrapolar los resultados a otras poblaciones, sino indicar un camino de innovación tecnológica en el área de las matemáticas y obtener información acerca de la diferencia en cuestión metacognitiva y de autorregulación de estudiantes de nivel básico y avanzado.

Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión: estudiantes matriculados en los grupos seleccionados cuya información esté disponible (MAP pre, examen diagnóstico, pruebas académicas del periodo).

Exclusión: estudiantes que abandonen el curso antes del examen diagnóstico o que no proporcionen datos suficientes para los análisis (se documentarán pérdidas y razones).

A cada grupo se le asignará aleatoriamente una de las siguientes condiciones:

- Grupo de tratamiento: participará en la implementación del modelo flipped learning basado en competencias.
- Grupo de control: continuará con el modelo tradicional de enseñanza directa en el aula.

3.4.1 Instrumentos de recolección de datos

Para cumplir con los objetivos de la investigación, se seleccionaron los siguientes instrumentos cuantitativos que permiten medir el impacto del modelo Flipped Learning basado en competencias sobre las habilidades metacognitivas y el autoaprendizaje en los estudiantes.

Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos son las evaluaciones académicas que se aplicaron durante un periodo de 10 semanas en el ciclo escolar en enero-marzo 2025 y agosto a octubre 2025 en donde se evalúa el rendimiento académico y las habilidades de autoaprendizaje y metacognición de alumnos de Precálculo Regular y Precálculo Avanzado en el bachillerato del Colegio

Americano de Guadalajara. Estas pruebas incluyen un examen de pre-evaluación (MAP), evaluaciones sumativas de la plataforma oficial de College Board, así como evaluaciones estandarizadas de la plataforma digital de Albert IO. El contenido de estas pruebas está directamente relacionado con el currículo de la materia, el cual evalúa el pensamiento matemático de orden superior, el autoaprendizaje y la autorregulación.

El contenido de los instrumentos de la investigación que se utilizan en esta investigación es de:

1. NWEA (MAP test)
2. FlippedMath (Figura 3)
3. Albert IO (Figura 4)
4. College Board Classroom (Figura 5)

Figura 3

Formato del instrumento de FlippedMath.

Pre-Calculus

Home AP PreCalc PreCalc (traditional) Teacher Resources FlippedMath.com

9.1 Reference Triangles and Reciprocal Trig Functions

Pre Calc - 9.1 Reference Triangle & Reciprocal Trig Functions

$\sin \theta = \frac{5}{13}$ $\csc \theta =$
 $\cos \theta = \frac{12}{13}$ $\sec \theta =$
 $\tan \theta = \frac{5}{12}$ $\cot \theta =$

5 13 12

$\sin \theta =$ $\csc \theta =$
 $\cos \theta =$ $\sec \theta =$
 $\tan \theta =$ $\cot \theta =$

Watch on YouTube

Packet
 To purchase this lesson packet, or lessons for the entire course, please [click here](#).

Practice Solutions
[pc_9.1_practice_solutions1.pdf](#)
[Download File](#)

Application solutions are available for purchase! [click here](#).

Corrective Assignment
[pc_9.1_ca.pdf](#)
[Download File](#)

Figura 4

Formato del instrumento de Albert IO.

The screenshot shows the Albert IO interface for AP Precalculus. The top navigation bar includes 'Library', 'Classes', 'Reports', 'Assignments', and 'Help & Resources'. The main header is 'AP® Precalculus'. Below this, there are tabs for 'Practice', 'Free Response', 'Assessments', and 'Study'. A message states: 'For additional rigorous practice questions to support students, explore Albert's core Precalculus course!'. There are filters for 'Standards' and 'Tags', and a search bar. The 'Contents' section lists four units: Unit 1 (Polynomial and Rational Functions), Unit 2 (Exponential and Logarithmic Functions), Unit 3 (Trigonometric and Polar Functions), and Unit 4 (Functions Involving Parameters, Vectors, and Matrices). The 'Unit 1 | Polynomial and Rational Functions' section is expanded, showing three topics: 1.1 | Change in Tandem (20 questions), 1.2 | Rates of Change (10 questions), and 1.3 | Rates of Change in Linear and Quadratic Functions (10 questions). Each topic includes a brief description of the content.

Figura 5

Formato del instrumento de College Board Classroom.

The screenshot shows the College Board Classroom AP Classroom interface. The top navigation bar includes 'AP Classroom'. The left sidebar has links for 'Overview', 'Unit 1', 'Unit 2', 'Unit 3', 'Unit 4', 'Practice Exams', 'Review', and 'Archive of Exam FRQs'. The main content area is titled 'UNIT RESOURCES' and includes 'Unit 1 Guide' (Download PDF), 'Topic Questions' (View All), and 'Progress Checks' (View All). The 'UNIT INFORMATION' section shows 'Instructional Periods 30-40' and 'AP Exam Weighting 30-40%'. Below this, there are tabs for 'All', 'Videos', 'Topic Questions', and 'Progress Checks'. The 'All' tab is selected, showing a list of topics: 1.1 | Change in Tandem, 1.2 | Rates of Change, 1.3 | Rates of Change in Linear and Quadratic Functions, 1.4 | Polynomial Functions and Rates of Change, 1.5 | Polynomial Functions and Complex Zeros, and 1.6 | Polynomial Functions and End Behavior. Each topic has a dropdown menu showing the number of questions and the AP Exam weighting. A 'Progress Check' section is also visible at the bottom.

La prueba MAP, elaborada por NWEA, es una prueba que mide el logro actual y el crecimiento de los estudiantes a lo largo del año. Los resultados de esta prueba se reportan en una escala RIT, lo que permite obtener una medida consistente con intervalos iguales para medir el logro académico de los estudiantes. Esta prueba está alineada con los estándares académicos y los objetivos.

La plataforma de FlippedMath está especializada en matemáticas para nivel secundaria y preparatoria y está diseñada para utilizarse en entornos de aulas invertidas. Este sitio incluye evaluaciones formativas y sumativas en las materias de álgebra, geometría, precálculo y cálculo y tiene un amplio enfoque académico y sistemático. Los integrantes del grupo que conforman este sitio son docentes internacionales con un dominio experto y comprensión profunda del sistema educativo de flipped classroom aplicado específicamente en el área de las matemáticas (flippedmath.com). Este sitio ha sido recomendado por TeachersFirst, comunidad educativa en línea con audiencia internacional que es utilizada por docentes que buscan recursos confiables de calidad, con alto compromiso con la educación e innovación tecnológica. FlippedMath se alinea con los estándares académicos adaptando su contenido con las expectativas de College Board, institución estadounidense encargada de crear pruebas académicas como el SAT, AP, PSAT/NMSQT, entre otras.

Por su parte, la plataforma de Albert IO está alineada a estándares académicos y diseñada específicamente para cursos de exámenes avanzados (Advanced Placement, AP) del College Board. Es un instrumento de terceros que es altamente calificado. Esta plataforma ofrece contenido auténtico que incluye preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas, las cuales imitan al estilo de los exámenes de AP y prepara a los alumnos para el rigor y el formato de la evaluación final del examen de Advanced Placement.

Finalmente está la plataforma oficial de College Board denominado AP Classroom. A diferencia de otras plataformas y recursos, AP Classroom está

creado por el mismo College Board, lo cual garantiza que todos los recursos, preguntas y evaluaciones están perfectamente alineados con los estándares curriculares y formatos exactos de los exámenes de AP. Siendo esta la fuente oficial es considerada el instrumento con mayor validez de contenido para pruebas de estudiantes avanzados (Advanced Placement).

Para garantizar que una investigación sea válida y confiable, los instrumentos de recolección de datos son cruciales para respaldar la solidez del estudio. En el caso de los instrumentos que se utilizan en la presente investigación su validez se sustenta en la alineación del material didáctico y las evaluaciones con los estándares que establece College Board. Estos instrumentos son altamente confiables para asegurar que las mediciones son consistentes y precisas a lo largo del tiempo, en este caso las diez semanas de la intervención del programa de aula invertida. Al ser esta una investigación de enfoque cuantitativo

3.4.2 Operación de categorías y variables

La tabla 3 presenta un comparativo entre el tipo de variables utilizadas en el presente estudio, así como la definición de cada una, tipo de variable e indicadores utilizados para su medición.

Tabla 3

Descripción de tipos de variables, definición e indicadores para el estudio

Variable	Tipo	Definición	Indicadores
Metodología de enseñanza (Tradicional o Aula invertida)	Independiente	Estrategia pedagógica donde la instrucción directa se revisa fuera del aula (p. ej., videos) y el tiempo en clase se dedica a actividades prácticas.	1 = Tradicional 2 = Aula invertida

Prueba MAP (Desempeño)	Dependiente	Puntaje obtenido en la prueba MAP, que refleja el nivel de dominio de contenidos y habilidades matemáticas.	Puntaje RIT
Nivel de Curso (Avanzado o Regular)	Independiente	Nivel que cursa el estudiante en el programa de precálculo de acuerdo a su dominio de la materia.	1 = Avanzado 2 = Regular
Resultados de evaluaciones internas	Dependiente	Desempeño del estudiante en exámenes, evaluaciones cortas y video evaluaciones del curso de precálculo.	Calificación promedio (%) en cada instrumento

Procedimiento

Cronograma de aplicación del instrumento y procedimiento

El proceso se llevó a cabo mediante la recolección de resultados obtenidos en pruebas académicas durante un periodo de diez semanas en el ciclo escolar 2025-2024 de los grupos de Precálculo Avanzado y Precálculo Regular. Los datos del instrumento de la prueba MAP se obtuvieron del banco de datos del Colegio Americano de las pruebas que se les aplicaron a los estudiantes a finales del año escolar anterior a la aplicación del experimento.

Para la integración del proyecto de investigación se aplicó el siguiente cronograma (ver Fig.6):

- Fase 1: Obtención de resultados de prueba MAP que servirá como examen diagnóstico, lo que permite conocer el punto de partida de cada uno de los estudiantes que son parte del proyecto de investigación para así obtener un puntaje inicial o de línea base.

- Fase 2: Intervención experimental (diez semanas). El grupo experimental participa en el modelo de Flipped Learning. Este grupo utiliza las plataformas en línea de AP Classroom y Albert IO en donde se les asignan videos tutoriales de cada uno de los temas para antes de las sesiones presenciales. Durante las sesiones presenciales se responden las dudas y se aplican en práctica los conocimientos adquiridos mientras que el grupo de control continúa con la metodología de enseñanza tradicional en la que las sesiones sincrónicas se dedican a dar la lección de los temas y las prácticas de conocimientos se hacen en casa. Fechas de aplicación: Agosto a octubre 2025.
- Fase 3: Seguimiento de tareas y participación. Durante este periodo se lleva el seguimiento de las tareas entregadas por los estudiantes, así como el registro de asistencia a clases de cada uno de los alumnos. Fechas de aplicación: mismas que la fase 2.
- Fase 4: Análisis de datos y conclusiones. Se recopilan los datos obtenidos y se realiza un análisis estadístico que determinara si el modelo de Flipped Classroom tuvo un impacto positivo y significativo en los resultados de las evaluaciones continuas de los estudiantes. Fechas de aplicación: Enero a abril 2026.

Figura 6

Diagrama de la implementación del proyecto de investigación



Esta investigación evalúa el desempeño de dos variables independientes (metodología y nivel de curso) a través del tiempo (cuatro evaluaciones) como se describe en la Tabla 3.

La presente investigación es un Diseño Factorial Mixto con Medidas Repetidas y Covariable. Este modelo tiene dos variables independientes (factores) que están siendo manipuladas o comparadas, cada una con un factor dicotómico (dos niveles) como se muestra en la tabla siguiente.

Figura 7

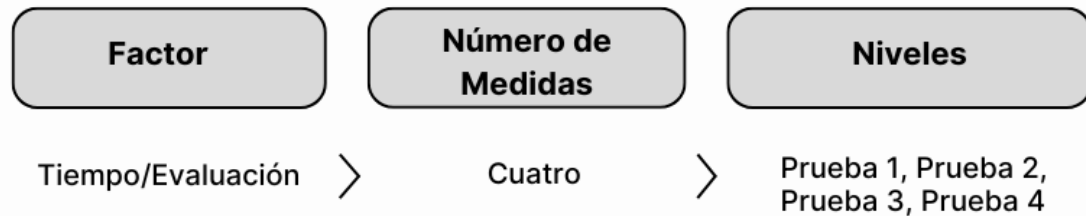
Resumen del Diseño de Investigación Factorial con Medidas Repetidas y Covariable

Componente	Nomenclatura	Significado	Naturaleza de la Medición
Diseño Factorial	> 2 x 2	> Tienes dos factores (variables independientes), cada uno con dos niveles (o grupos).	> Inter-sujeto (Los grupos son independientes y fijos: cada estudiante pertenece solo a un grupo).
Factor 1	> Metodología de Enseñanza	> Flipped Learning (Experimental) vs. Tradicional (Control)	> Dicotómico (2 niveles)
Factor 2	> Nivel del Curso	> Precálculo Regular vs. Precálculo Avanzado	> Dicotómico (2 niveles)
Medidas Repetidas	> x 4	> El factor de Tiempo (o Evaluación) se mide en los mismos sujetos en cuatro momentos diferentes.	> Intra-sujeto (El factor se repite dentro de cada estudiante).
Covariable	> Con Covariable	> Se incluye el Nivel de Conocimiento Inicial (MAP) como una variable de control para ajustar las diferencias preexistentes.	> Control Estadístico (Aísla el efecto de la intervención).

La combinación de estos dos factores da un diseño de 2 niveles del Factor 1 x 2 niveles del Factor 2 a lo largo del tiempo (4 pruebas), lo que permite que se pueda analizar no solo el efecto de la metodología, sino también si esta metodología funciona de manera diferente para los estudiantes regulares contra los avanzados (lo que se conoce como interacción). Al usar un análisis de Medidas Repetidas (ANCOVA - Análisis de Covarianza) se mide el cambio o crecimiento que ocurre en cada grupo desde esa Prueba 1 inicial. Al usar un análisis de Medidas Repetidas (ANCOVA - Análisis de Covarianza) se mide el cambio o crecimiento que ocurre en cada grupo desde esa Prueba 1 inicial.

Figura 8

Factor Intra-Sujeto: Tiempo o Evaluación



A este diseño se le incluye una covariable, el nivel de conocimiento inicial (MAP). Al incluir la puntuación inicial (MAP) como covariable, el análisis estadístico "ajusta" o "controla" la variación de los puntajes finales (Prueba 4) que se debe a las diferencias iniciales entre los estudiantes. Por ejemplo, si el grupo de Flipped Learning por casualidad tenía un promedio inicial (Prueba 1) más alto que el grupo de Control, el análisis con la covariable permite aislar solo el efecto real que tuvo la metodología (el Flipped Learning) por encima de esa ventaja inicial. Esto reduce el error experimental, haciendo que la prueba estadística sea más sensible para detectar el verdadero impacto del Flipped Learning. Además se tiene que considerar que los estudiantes no se asignaron a los grupos experimental y de control de forma aleatoria, de modo que pueden haber diferencias iniciales. La covariable neutraliza el impacto de estas diferencias.

Con todas las variables tomadas en cuenta, este diseño permite evaluar dimensiones tales como el control y ajuste de variables (efecto de la covariable), la evaluación de los efectos principales, la interacción de primer orden, la evaluación de los efectos de interacción (impacto causal combinado) y la interacción de segundo orden.

1. Control y Ajuste de la Variabilidad (Efecto de la Covariable)

El principal Objetivo de incluir el Nivel de Conocimiento Inicial (Puntaje de MAP) como covariable es incrementar la precisión del estudio:

- **Aislar el Efecto del Tratamiento:** Permite al análisis estadístico (usando un ANCOVA de Medidas Repetidas) "limpiar" los puntajes finales de la influencia de las diferencias iniciales. Esto asegura que cualquier diferencia observada entre el Grupo Experimental y el Grupo de Control en las Pruebas 1, 2, 3 y 4 se deba exclusivamente a la metodología aplicada (Flipped Learning), y no a que un grupo ya era intrínsecamente mejor que el otro desde el inicio.
- **Neutralizar la Falta de Equivalencia:** Debido a que la asignación no fue aleatoria, si el grupo "Flipped" por casualidad tenía un promedio MAP inicial ligeramente superior, la covariable compensa estadísticamente esta ventaja, ofreciendo una comparación más justa.

2 . Evaluación de los Efectos Principales (Impacto Causal Aislado)

Figura 9

Propósito de la Evaluación de los Efectos Principales del Diseño

Factor	Evaluación	Propósito
Metodología	> Efecto Global del Flipped Learning	> ¿Hubo una diferencia significativa y general en el logro académico (MAP) entre todos los estudiantes que usaron Flipped Learning y todos los que usaron la enseñanza tradicional, sin importar el nivel del curso o el momento de la prueba?
Nivel de Curso	> Diferencia Global por Nivel	> ¿El nivel del curso (Regular vs. Avanzado) por sí mismo predice una diferencia significativa en los puntajes de MAP? (Se espera que los Avanzados tengan puntajes más altos, y esto lo cuantificará).
Tiempo	> Crecimiento Global en el Tiempo	> ¿Hubo una mejora significativa en el logro académico (MAP) desde la Prueba 1 hasta la Prueba 4 para toda la muestra? (Esto valida que el aprendizaje ocurrió en general).

3. Evaluación de los Efectos de Interacción (Impacto Causal Combinado)

Se analiza cómo se combinan los factores, revelando hallazgos más profundos:

A. Interacción de Primer Orden (Doble)

- Metodología x Nivel de Curso:
 - Pregunta clave: ¿La metodología Flipped Learning es más efectiva para los estudiantes de Precálculo Avanzado que para los de Precálculo Regular, o viceversa? (Es posible que los estudiantes Avanzados se beneficien más de la independencia del Flipped, mientras que los Regulares podrían necesitar más el enfoque tradicional).
- Metodología x Tiempo:
 - Pregunta clave: ¿El impacto de la metodología Flipped Learning se hace más fuerte o débil a medida que transcurre el experimento (de la Prueba 1 a la Prueba 4)? (Por ejemplo, el Flipped Learning podría tener un efecto lento, pero creciente y significativo en la Prueba 4).

B. Interacción de Segundo Orden (Triple)

- Metodología x Nivel de Curso x Tiempo:
 - La pregunta más importante de la tesis: ¿El patrón de crecimiento (la pendiente de la curva de la Prueba 1 a la Prueba 4) es diferente para el grupo de flipped learning avanzado en comparación con el grupo de flipped learning regular, y a su vez, en comparación con sus respectivos grupos de control?

Con este modelo se establecen relaciones causales sólidas sobre:

1. Logro académico: Determinar si el flipped learning causa un mayor crecimiento en el logro de matemáticas a lo largo de las cuatro evaluaciones en comparación con la metodología tradicional.
2. Autoaprendizaje y metacognición: El diseño factorial permite determinar si el flipped learning incrementa significativamente las habilidades de autoaprendizaje y metacognición, y si este efecto es diferente en el nivel de curso regular contra el avanzado.

Este diseño permite ir mucho más allá de un simple "sí/no" sobre la efectividad del flipped learning, ofreciendo un análisis detallado sobre para quién, cuándo y con qué intensidad es más beneficiosa esta metodología.

Análisis

El análisis estadístico se llevó a cabo en el software estadístico JMP (versión 19.0.1) en el que se realizó un diseño factorial mixto con medidas repetidas y covariable, conocido como ANCOVA de medidas repetidas. El propósito de la selección de este modelo fue para evaluar los efectos principales de los factores inter-sujeto (METODOLOGÍA × NIVEL_CURSO), el efecto intra-sujeto (TIEMPO), y sus respectivas interacciones sobre la variable dependiente. El control estadístico se llevó a cabo por la inclusión del nivel inicial del conocimiento de cada estudiante (MAP), la covariable. Esto permite ajustar las posibles diferencias preexistentes entre los diferentes grupos, proporcionando, así, un control estadístico más riguroso y pudiendo aislar de manera efectiva el impacto de la intervención. El diseño implementado fue un modelo de 2 x 2 (METODOLOGÍA × NIVEL_CURSO) con cuatro niveles de de medidas repetidas (Prueba 1 - Prueba 4) y una covarible (MAP). Los resultados del análisis estadístico de JMP se incluyen en el ANEXO VI al final del documento.

3.4.3 Validez y Confiabilidad de los Instrumentos

Los exámenes y evaluaciones académicas que se utilizarán en el curso de Precálculo Avanzado son creados por plataformas verificables por su alta calidad educativa como College Board y Albert IO y los que se utilizarán en el curso de Precálculo Regular son creados por flippedmath.com. Debido a que estos son instrumentos estandarizados están debidamente validados y cuentan con una confiabilidad segura para la obtención de los datos.

A continuación se describe la validez de cada uno de estas plataformas:

1. **Prueba MAP de NWEA (Northwest Evaluation Association).** La prueba MAP (Measures of Academic Progress), nuestra medida de control y conocimiento inicial, ha sido validada por estudios como “Technical Adequacy of MAP Growth Tests” que demuestran que las pruebas están bien alineadas con estándares educativos estatales (Gareis, et al., 2021). La NWEA es una organización de investigación sin fines de lucro que colabora con instituciones como la Universidad de Virginia y el King 's College de Londres para refinar algoritmos de evaluación. Esta prueba es utilizada por el Colegio Americano en estudiantes de cuarto grado de primaria a primer año de bachillerato de manera regular al inicio y final de cada año escolar para determinar el crecimiento académico de cada estudiante.
2. **College Board Classroom.** La utilización de las evaluaciones proporcionadas en el sitio de College Board Classroom están diseñados bajo los estándares más rigurosos que cumplen con los lineamientos establecidos por la American Educational Research Association, la American Psychological Association y el National Council of Measurement in Education (AERA, APA & NCME, 2014). Las evaluaciones en la materia de Precálculo Avanzado están alineados con los marcos curriculares oficiales que le dan al curso su rigor universitario (College Board,

2023). College Board es una institución que posee reconocimiento universitario a nivel internacional. En México, las instituciones prestigiosas, tales como el Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), el ITAM, la Universidad de Guadalajara (UdeG) y el ITESO utilizan y avalan los resultados de las pruebas elaboradas por College Board (como la PAA) para sus procesos de admisión, confirmando su validez de criterio y valor predictivo.

3. **Albert IO.** Esta plataforma está certificada bajo el Nivel III de Evidencia de la ley Every Student Succeeds Act (ESSA) del departamento de Educación de los Estados Unidos, garantizando que existe una correlación significativa entre el uso de sus materiales y las pruebas de evaluación de los exámenes de AP (Advanced Placement) ([Albert.io](https://albert.io), 2022, y U.S. Department of Education, 2016).
4. **Flippedmath.com.** La plataforma de flippedmath.com está desarrollada por un grupo especializado de maestros de matemáticas (Spencer Bean, Michael Brust, Tim Kelly, y Corey Sullivan) los cuales son colaboradores de las pruebas de AP (Advanced Placement) para las materias avanzadas de Cálculo, Precálculo, Estadística y Física. La plataforma de flippedmath.com provee materiales audiovisuales (videos), notas, prácticas y evaluaciones para varios cursos de matemáticas, pero especialmente relevantes para esta tesis, los de Regular y Avanzado. Estos cursos están alineados con los estándares internacionales para preparación universitaria y siguen fielmente los *Common Core State Standards for Mathematics*, que son el marco de referencia en Estados Unidos que asegura que los estudiantes desarrollen las competencias matemáticas necesarias para la educación superior (National Governors Association Center for Best Practices (NGA) & Council of Chief School Officers (CCSSO), 2010). Esta plataforma es utilizada por organizaciones educativas de alto rigor como el Department

of Defense Education Activity (DoDEA, s.f), lo que valida que las pruebas y material de esta plataforma posee una estabilidad y confiabilidad técnica adecuada para medir el aprovechamiento en entornos de aprendizaje híbridos.

3.4.4. Pruebas Piloto

Una prueba piloto es un ensayo a pequeña escala con el objetivo de identificar y corregir posibles problemas en la metodología, logística e implementación de la investigación que se lleva a cabo que podrían afectar la validez y confiabilidad de los resultados finales. La realización de una prueba piloto es un paso fundamental en la fase metodológica de cualquier proyecto de investigación que implique instrumentos de medición. Las pruebas piloto son un procedimiento que permite validar la operacionalidad, claridad y validez del contenido preliminar del instrumento antes de la aplicación a la muestra definitiva (Hernández, et al., 2014).

La aplicación de dicho ensayo ofrece múltiples ventajas, como, por ejemplo, permite evaluar la viabilidad del estudio principal, asegurando que los métodos y procedimientos sean prácticos y factibles. Este ensayo también ayuda a identificar problemas potenciales en el diseño del estudio, como preguntas ambiguas o instrucciones confusas para poder realizar los ajustes necesarios. Además, las pruebas piloto optimizan los instrumentos de la recolección de datos, garantizando que estos sean claros, comprensibles, y adecuados para los participantes de la investigación, proporcionando así datos preliminares que pueden ser útiles para:

- Ajustar los supuestos y Objetivos de la investigación
- Estimar el tamaño de la muestra necesaria para el estudio principal
- Mejorar la calidad y precisión de los datos recolectados
- Aumentar la credibilidad del proyecto de investigación

Según Díaz-Muñoz (2020) las pruebas piloto “no deberían diseñarse para responder preguntas o hipótesis de investigación, sino para responder preguntas de métodos específicos”.

Objetivo y Procedimiento

El objetivo la prueba piloto de esta investigación es:

- Validar la viabilidad técnica y operativa asegurando que el instrumento sea funcional dentro del entorno tecnológico seleccionado, incluyendo el uso de plataformas de gestión del aprendizaje como College Board Classroom.
- Diagnosticar la claridad y ambigüedad del instrumento al identificar preguntas confusas, ambiguas o mal formuladas que pudieran sesgar los resultados, así como detectar brechas conceptuales significativas.

El instrumento piloto que se utilizó en esta parte de la investigación fue el Examen de Evaluación de la Unidad 3A (Funciones Polinomiales y Racionales) diseñado para los estudiantes de Precálculo Avanzado y que se encuentra en la plataforma oficial de College Board Classroom (la prueba no se puede incluir por motivos de copyright, anexo II). El procedimiento se ejecutó mediante la plataforma College Board Classroom, un entorno familiar para los estudiantes. Tras la administración del examen se aplicó un cuestionario de retroalimentación cualitativa y de usabilidad (anexo III) diseñado para triangular los datos de rendimiento con la percepción directa de los participantes.

Tamaño de la muestra para el pilotaje e intervención

La selección de la muestra se basó en la elección de la población y muestra, estudiantes en el programa de Precálculo Avanzado y Regular. La prueba se aplicó a una muestra compuesta por seis estudiantes del programa de Precálculo Avanzado, equivalente al 20% de la población total del grupo de estudiantes de dicho curso. La muestra fue seleccionada al azar y se realizó el día 19 de febrero del 2025 de 2:35 a 3:40 pm (anexo IV). Dicha prueba fue administrada a través

de la plataforma de College Board Classroom en la cual cada uno de los participantes utilizó su dispositivo Mac Chromebook el cual cuenta con un navegador de bloque integrado, tecnología crucial para garantizar la integridad y la seguridad del proceso de evaluación. El navegador de bloqueo restringe el acceso a otras aplicaciones, sitios web y recursos externos durante todo el lapso de la prueba.

Tras la administración del examen, se aplicó un cuestionario de retroalimentación cualitativa y de usabilidad diseñado para triangular los datos de rendimiento con la percepción directa de los participantes. El diagnóstico se enfocó en el análisis descriptivo del rendimiento (tasa de fallo por pregunta) y en la interpretación cualitativa de los errores.

Análisis de resultados

La prueba piloto resultó exitosa en su validación operativa. Ninguno de los seis estudiantes reportó fallas técnicas significativas en cuanto al acceso o durante la navegación en la plataforma de College Board Classroom; las instrucciones de la prueba y tiempo asignado fueron considerados como adecuados y no fue un factor limitante en el rendimiento de la evaluación.

Tabla 4

Resultado del cuestionario de retroalimentación cualitativa y de usabilidad.

Tema Identificado	Frecuencia	Citas / Comentarios Clave	Decisión / Acción Requerida
Claridad de las Preguntas	Baja (1/6)	"En la pregunta #14, no estaba seguro si la gráfica tenía que tocar o cruzar el eje."	Revisar Pregunta #14: La redacción debe ser más precisa sobre la relación entre el cero y la multiplicidad para evitar dudas sobre la interpretación gráfica.

Dificultad Percibida	Alta (4/6)	"La conexión entre las ecuaciones de las asíntotas y la función [Pregunta #3] es muy difícil de hacer en reversa."	Acción Didáctica: Reforzar la enseñanza sobre la relación inversa antes del examen final.
Tiempo	Bien (5/6)	"El tiempo fue perfecto."	No se requiere ajuste.
Usabilidad	Éxito	-	La plataforma College Board Classroom está validada para el formato de prueba.

En cuanto al análisis de rendimiento cuantitativo (o tasa de fallo) se pudieron detectar patrones de fallo específico en preguntas de alta complejidad cognitiva, en especial aquellas que exigían una síntesis de información analítica y gráfica como en la relación entre asíntotas y ecuaciones. Las preguntas del examen que no están incluidas en la tabla 4 fueron consideradas como funcionales/válidas para la prueba piloto pues tuvieron un fallo de menos de 40% y no generaron quejas por ambigüedad en la encuesta cualitativa. Dichas preguntas fueron las siguientes: 1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 12 y 15.

Tabla 5

Análisis de rendimiento cuantitativo (tasa de fallo) de la evaluación 3A de la prueba piloto.

Preguntas	Contenido Evaluado	Tasa de Fallo (N=6)	Diagnóstico Sugerido
Q3	Identificar la función racional dada sus asíntotas verticales (AV) y horizontales (AH).	80%	Revisar Enseñanza: Los estudiantes fallaron, pero eligieron consistentemente un distractor que tenía la AV correcta, pero la AH incorrecta.

Q7, Q11	Determinar el comportamiento final (End Behavior) de funciones polinomiales de grado impar.	40%	Revisar Enseñanza: El fallo fue disperso, indicando confusión conceptual sobre la relación entre el coeficiente principal y el grado con el comportamiento final.
Q14	Identificar la gráfica de una función polinomial dado sus ceros y su comportamiento en esos ceros (multiplicidad).	100%	Alerta: La mayoría eligió el distractor que tenía los ceros correctos, pero ignoraba la regla asociada a la multiplicidad.
Q9, Q13	Preguntas de procedimientos directos.	0%	Éxito: Los estudiantes dominan los procedimientos básicos.

College Board Classroom es una plataforma ampliamente considerada como válida y operacionalmente viable para evaluaciones académicas estandarizadas debido a su respaldo institucional y rigor con el que se desarrollan sus exámenes: Advanced Placement (AP), SAT y su versión en español el cual es utilizado en instituciones tan prestigiosas como el TEC de Monterrey para exámenes de admisión. La elección de College Board Classroom como plataforma para la aplicación de la prueba piloto se debió a que el programa de Precálculo Avanzado del Colegio Americano utiliza esta plataforma como principal herramienta de aprendizaje y evaluación en el curso pues tiene características de seguridad que garantizan la integridad de la medición.

Los exámenes y las evaluaciones de unidad se construyen con preguntas extraídas del banco de preguntas reales de exámenes AP pasados. Este proceso asegura que las preguntas están alineadas con los marcos de contenido y habilidades del curso, lo que confiere una fuerte validez de contenido a cualquier prueba creada en la plataforma (College Board, 2023).

La prueba piloto demostró ser exitosa para afirmar que la plataforma de College Board Classroom es operacionalmente viable y posee suficiente claridad de instrucción para esta investigación.

CAPITULO IV

Aplicación, análisis y resultados

4.1 Análisis de los resultados cualitativos o cuantitativos

Los resultados obtenidos a partir de la recolección de los datos se estarán presentando en este capítulo. El objetivo principal de esta sección es el interpretar los datos que se recopilaron en el lapso de diez semanas para responder de manera precisa el supuesto de esta investigación por medio del cumplimiento del objetivo general, el cual es el comparar el impacto del modelo de aula invertida basado en competencias, apoyado con herramientas de tecnología aportadas por plataformas especializadas en videos educativos, contra el modelo de educación tradicional en el rendimiento académico y el desarrollo de las habilidades metacognitivas y de autoaprendizaje de estudiantes que cursan Precálculo Regular y Precálculo Avanzado del bachillerato en el Colegio Americano de Guadalajara.

Para poder lograr este cometido se ha utilizado el método de diseño factorial mixto con medidas repetidas y covariable, conocido como ANCOVA de medidas repetidas utilizando el software estadístico JMP (versión 19.0.1). Este método fue seleccionado puesto que puede evaluar los efectos principales de los factores inter-sujeto (METODOLOGÍA × NIVEL_CURSO), el efecto intra-sujeto (TIEMPO), y sus respectivas interacciones sobre la variable dependiente. El control estadístico se llevó a cabo por la inclusión del nivel inicial del conocimiento de cada estudiante (MAP), la covariable. Esto permite ajustar las posibles diferencias preexistentes entre los diferentes grupos, proporcionando, así, un control estadístico más riguroso y pudiendo aislar de manera efectiva el impacto de la intervención. El diseño implementado fue un modelo de 2 x 2

(METODOLOGÍA × NIVEL_CURSO) con cuatro niveles de medidas repetidas (Prueba 1 - Prueba 4) y una covariable (MAP) y garantiza una comprensión profunda y matizada de los fenómenos investigados.

De manera posterior se discuten los hallazgos más relevantes que destacan las tendencias y patrones observados en los datos. La discusión se centra en interpretar los resultados y en encontrar su implicación, tanto teórica como práctica, comparándolo con estudios previos y pudiendo explorar su impacto en el campo de estudio, proporcionando así una comprensión integral y contribuyendo al avance del conocimiento en la materia.

Se recolectaron los datos de las pruebas académicas que se aplicaron durante un periodo de diez semanas, de agosto a octubre en el ciclo escolar 2025-2026, y se evaluó el rendimiento académico y las habilidades de autoaprendizaje y metacognición de alumnos de Precálculo Regular y Precálculo Avanzado en el bachillerato del Colegio Americano de Guadalajara. Los datos brutos están incluidos en el anexo V.

Se realizó un análisis de covarianza de diseño mixto con medidas repetidas (Mixed-Design ANCOVA) utilizando el programa estadístico de JMP. Esta prueba evaluó el efecto del tiempo sobre las puntuaciones de logro tomando en cuenta el conocimiento inicial (MAP) y analizando cómo el efecto de la metodología (invertida vs. tradicional) y el nivel de curso (avanzado vs. regular) difiere a lo largo de las diez semanas en las que se llevó a cabo el presente experimento. Los datos obtenidos de la corrida estadística por el programa de JMP se encuentran en anexo VI.

La tabla 7 muestra el patrón de crecimiento promedio en los puntajes de logro a lo largo de las cuatro pruebas para cada uno de los cuatro grupos experimentales (Flipped Avanzado, Flipped Regular, Tradicional Avanzado y Tradicional Regular). El grupo de Flipped Avanzado mostró tener un mayor puntaje de logro final (94.89) y la mayor ganancia de todos los grupos (12.34

puntos) (ver tabla 11). En cambio, el método tradicional solo generó 10.57 puntos en el mismo nivel, lo cual indica que el método de aula invertida fue 1.77 puntos más efectivo que el tradicional para impulsar el crecimiento en el nivel avanzado.

Tabla 6.

Análisis de las medias marginales estimadas de cada grupo.

Grupo Experimental	Tiempo (Prueba)	Media Ajustada (LS Mean)	Desviación Estándar (Std Error)
Flipped Learning / Avanzado	1	82.52	1.10
	2	87.56	1.15
	3	91.07	1.16
	4	94.86	1.19
Flipped Learning / Regular	1	82.52	1.10
	2	86.85	1.15
	3	89.26	1.16
	4	90.00	1.19
Tradicional / Avanzado	1	83.19	1.05
	2	85.34	1.09
	3	89.26	1.10
	4	93.76	1.13
Tradicional / Regular	1	83.19	1.05
	2	84.77	1.09
	3	88.00	1.10
	4	90.85	1.13

Tabla 7.

Análisis de las medias marginales estimadas de cada grupo.

Grupo	Prueba 1	Prueba 4	Ganancia Total (Prueba 4 - Prueba 1)
Flipped/Avanzado	82.52	94.86	12.34
Tradicional/Avanzado	83.19	93.76	10.57
Flipped/Regular	82.52	90.00	7.48
Tradicional/Regular	83.19	90.85	7.66

En este análisis estadístico (Mixed-Design ANCOVA) se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8.

Resultados de los efectos fijos del análisis de la prueba de covarianza de diseño mixto con medidas repetidas.

Fuente	F Ratio	Prob > F (p-value)
MAP_Inicial (Covariable)	88.61	< 0.0001
Tiempo (Intra-sujeto)	22.73	< 0.0001
Metodología (Efecto Principal)	0.15	0.6939
Nivel de Curso (Efecto Principal)	5.25	0.0227
Metodología X Nivel de Curso (Doble interacción)	1.94	0.1645
Metodología X Tiempo (Doble Interacción)	0.73	0.5320
Nivel de Curso X Tiempo (Doble Interacción)	11.61	< 0.0001
Metodología X Nivel de Curso X Tiempo (Triple Interacción)	0.78	0.5058

El objetivo principal de este modelo fue el evaluar cómo el patrón de crecimiento en el logro (factor TIEMPO) difiere según la combinación de METODOLOGÍA y NIVEL_CURSO, controlando el conocimiento inicial

(MAP). Es de notar que la covariable, que es el control inicial (MAP) es estadísticamente significativa, con un valor de $p < 0.0001$ ($p < 0.05$), lo que significa que el conocimiento inicial es un predictor altamente significativo del logro académico de los estudiantes, lo que valida la decisión de utilizar ANCOVA, pues demuestra que la variación de los puntajes de logro es fuertemente influenciada por la habilidad inicial de cada participante. El modelo está controlando efectivamente esta fuente de variación.

El efecto global del tiempo también tuvo un efecto significativo, $p < 0.0001$, concluyendo que hay un efecto principal del tiempo que es altamente significativo, lo que significa que los estudiantes, en promedio, mejoraron sus puntajes significativamente desde la Prueba 1 hasta la Prueba 4. Esto fue un efecto generalizado entre todos los grupos. El efecto principal de Nivel de Curso, por su parte, también tuvo un efecto significativo ($p = 0.0227$), los estudiantes Avanzados tuvieron un nivel de logro general significativamente mayor que los Regulares, promediado en el tiempo y ajustado por el conocimiento inicial (MAP).

Sin embargo, las interacciones no fueron tan claras. En el caso de la doble interacción {METODOLOGÍA × TIEMPO} y {METODOLOGÍA × NIVEL_CURSO} no fueron significativos ($p = 0.532$ y 0.164 , respectivamente), lo que indica que, en promedio, el patrón de crecimiento debido a la metodología no fue significativamente diferente solo a través del tiempo o por el nivel del curso. Sin embargo, la doble interacción de {TIEMPO × NIVEL_CURSO} fue altamente significativa de $p < 0.0001$, lo cual indica que la trayectoria de crecimiento de los estudiantes Avanzados es significativamente diferente a la de los estudiantes Regulares, independientemente de la metodología utilizada, la diferencia en el logro entre Avanzado y Regular cambia con el tiempo. Al inicio (Prueba 1) (Tabla 8), los puntajes de Avanzado y Regular son muy similares (82.52 y 83.19 en las medias ajustadas). Al final (Prueba 4), la brecha se hace más grande, especialmente en los grupos flipped (94.86 vs 90.00), lo que sugiere que los estudiantes avanzados se benefician más del proceso de aprendizaje a lo largo

del curso. Los datos mostrados en la tabla 8 son medidas ajustadas (medidas marginales estimadas) pues la prueba de *ANCOVA* de Diseño Mixto (software estadístico JMP) ajustó los datos iniciales y utiliza la Prueba 1 como punto de referencia dentro del factor del TIEMPO. Existía una homogeneidad en los datos de puntaje inicial (Prueba 1) de todos los grupos dentro de la misma metodología y estos eran estadísticamente equivalentes al comienzo del estudio (después de controlar la covariable, MAP).

Se realizó una prueba de Tukey HSD para generar una tabla de comparaciones que muestra las diferencias entre todos los pares de las medias ajustadas y así desglosar la interacción significativa {TIEMPO $\times$ NIVEL_CURSO}, se aplicaron comparaciones por pares mediante la prueba *post hoc* de Tukey HSD en las Medias Ajustadas (LS Means) con el objetivo de determinar en qué punto del tiempo (Pruebas 1 a 4) el nivel Avanzado se diferenció del nivel Regular.

Tabla 9.

Resultado de Prueba Post Hoc (Tukey HSD)

Nivel, Prueba	LS Mean (Logro Ajustado)	Agrupamiento Tukey (Letra)
Regular, P4	88.61	A
Avanzado, P3	76.97s	AB
Regular, P3	73.49	ABC
Regular, P2	70.22	BCD
Avanzado, P4	62.44	CDE
Avanzado, P1	58.00	DE
Avanzado, P2	56.96	DE
Regular, P1	47.04	E

Esta tabla muestra que el puntaje final (P4) del nivel Regular (76.973, letra A) fue significativamente diferente al puntaje inicial (P1) del nivel regular (47.04, letra E), lo que confirma que hubo un crecimiento significativo en el logro. Las comparaciones de pares de Tukey no lograron identificar diferencias significativas entre el nivel Avanzado y nivel Regular en ninguna prueba de forma aislada, P1 vs P1, P2 vs P2, P3 vs P3 y P4 vs P4. El patrón de crecimiento general de los estudiantes Avanzados fue significativamente diferente al de los Regulares a lo largo del curso, siendo los estudiantes Avanzados los que mostraron mayores puntajes de logro. Sin embargo, las comparaciones por pares de Tukey HSD no aislaron un punto de tiempo específico donde la brecha se hiciera significativa.

En el caso de la triple interacción, {METODOLOGÍA × NIVEL_CURSO × TIEMPO} se obtuvo un valor de $p = 0.5058$, lo que sugiere que el patrón de crecimiento del logro a lo largo de las cuatro pruebas {TIEMPO} no difiere significativamente entre las cuatro combinaciones de grupos. Flipped learning no demostró un impacto único y estadísticamente superior al tradicional cuando se controlan las habilidades iniciales {MAP} y el nivel de curso. El principal impulsor del crecimiento y el logro fue la habilidad preexistente del estudiante {NIVEL de CURSO}.

Los hallazgos clave del estudio estadístico de ANCOVA de Diseño Mixto, contrasta con los resultados obtenidos en la literatura previa sobre la efectividad de la metodología *flipped learning* en diferentes niveles de habilidad.

El hallazgo central del estudio es que la hipótesis principal, relativa al efecto diferencial de la metodología flipped learning en el patrón de crecimiento de los estudiantes, no fue soportada por los datos estadísticos. La interacción triple {METODOLOGÍA × NIVEL_CURSO × TIEMPO} no alcanzó la significancia estadística ($p = 0.5058$), lo que implica que, después de controlar el conocimiento inicial de los estudiantes {MAP}, el patrón de crecimiento del logro a lo largo de las cuatro evaluaciones fue estadísticamente similar para todos los grupos,

independientemente de si utilizaron el modelo de aula invertida o la metodología tradicional y sin importar si eran estudiantes Avanzados o Regulares. Este resultado se alinea con investigaciones que sugieren que el mero cambio metodológico o la introducción de tecnología educativa (como los videos pregrabados en flipped learning) no garantiza una mejora significativa en el rendimiento académico general en comparación con métodos tradicionales bien implementados. El efecto del flipped learning parece ser neutral en este contexto, funcionando tan bien como el método tradicional, pero sin ofrecer una ventaja diferencial decisiva para justificar su implementación en todos los niveles por igual.

Los resultados sugieren que, en este entorno de precálculo, la habilidad preexistente del estudiante {NIVEL_CURSO} es un factor mucho más determinante en el rendimiento y la trayectoria de crecimiento que la metodología de enseñanza {METODOLOGÍA}.

La principal contribución del estudio es que, si bien el aula invertida puede ser una estrategia efectiva, su impacto diferenciador no es lo suficientemente potente para superar la influencia de la habilidad y el nivel del curso. Las escuelas deben priorizar estrategias que aborden la brecha entre niveles (por ejemplo, mediante tutorías intensivas para los niveles Regulares antes que esperar que un cambio de metodología por sí solo cierre esa brecha.

4.2 Discusión: comparación entre los resultados propios con los resultados de otros autores

Para este apartado en particular se discutirán los hallazgos hechos por esta investigación en función de los Objetivos planteados al inicio de esta tesis, estableciendo relaciones y aportes entre las teorías adoptadas como son los estudios empíricos previos anteriormente presentados. Los resultados se

presentarán de una manera clara y fundamentada en teorías y evidencias empíricas.

La decisión de utilizar el análisis de covarianza de diseño mixto con medidas repetidas (ANCOVA) con la covariable de MAP respondió a la lógica interna de la psicología educativa, que se fundamenta en la Teoría del Procesamiento de la Información. Sweller (1988) argumenta que el aprendizaje previo es el que determina la capacidad de la memoria de trabajo para procesar información nueva. Se encontró, dentro del análisis que aquí se realizó, que la covariable MAP es altamente significativa ($p < 0.0001$), lo que prueba que el éxito en la materia de precálculo se basa en la solidez de los esquemas y conocimientos previos de cada estudiante, por ende, cualquier intervención pedagógica, ya sea del modelo tradicional o invertida, debe primeramente considerar esta base cognitiva para poder ser efectiva.

Del mismo modo, el efecto del tiempo ($p < 0.0001$) es un argumento a favor de la validez del diseño instruccional en la materia de precálculo, tanto para el grupo Avanzado como Regular. Este resultado nos indica que el proceso de maduración cognitiva y la práctica deliberada, que son pilares fundamentales del constructivismo de Piaget (1950) se cumplieron con éxito para ambos grupos. Este crecimiento probó no ser errático sino una progresión lineal ascendente que valida la progresión secuenciada de contenidos realizada durante las diez semanas en que se llevó a cabo el experimento.

Un resultado obtenido muy importante fue el del factor de Metodología ($p = 0.5058$) el cual indica que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento en pruebas de estudiantes utilizando el modelo tradicional contra el de aquellos estudiantes en el modelo de aula Invertida. Este resultado contrasta con el encontrado por Zheng et al. (2020) quienes sugieren que existe una moderada superioridad con la utilización del modelo Invertido. La presente investigación demuestra que en entornos de alto rendimiento y con recursos educativos sólidos, la metodología tradicional es tan competitiva como aquella

con innovación digital, sugiriendo que el modelo de aula invertida optimiza el tiempo y la autonomía de los estudiantes.

En el caso de los resultados referentes al el nivel de curso, avanzado contra regular, con un valor de $p = 0.0227$, se demostró que los estudiantes de nivel avanzado poseen mayores habilidades de autorregulación, con un crecimiento de trayectoria más pronunciado, igualando los resultados a los obtenidos por Zimmerman (1986).

4.3 En caso de tener hipótesis probarla mediante algún estadístico, en caso de tener supuestos argumentar si se cumplen o no

Hipótesis 1: Triple Interacción

H_0 : El patrón de crecimiento del rendimiento promedio a lo largo de las cuatro evaluaciones (Prueba 4 - Prueba 1) no difiere significativamente entre las condiciones de Metodología (Aula Invertida vs. Tradicional) cuando se compara dentro de los Niveles de Curso (Avanzado vs. Regular), después de ajustar por el conocimiento inicial.

$H_0: \mu_{Flipped, Avanzado, Tiempo} = \mu_{Tradicional, Regular, Prueba 4-Prueba 1}$

H_1 : Existe una interacción triple significativa. El patrón de crecimiento del rendimiento promedio a lo largo de las cuatro evaluaciones (Prueba 4 - Prueba 1) difiere significativamente entre las condiciones de Metodología (Aula Invertida vs. Tradicional) cuando se compara dentro de los Niveles de Curso.

$H_1: \mu_{Flipped, Avanzado, Tiempo} \neq \mu_{Tradicional, Regular, Prueba 4-Prueba 1}$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Conclusión: Se mantiene la Hipótesis Nula (H_0) al nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. No se puede afirmar que el patrón de crecimiento difiere significativamente ($p = 0.5058$)

Hipótesis 2: Diferencia entre Aula Invertida y Tradicional en estudiantes Avanzados

H_0 : No existe una diferencia significativa en el rendimiento promedio de los estudiantes a través de las evaluaciones del grupo de aula invertida que el del grupo tradicional para el grupo de Precálculo Avanzado.

$$H_0: \mu AP_{invertida} = \mu AP_{tradicional}$$

H_1 : Existe un cambio significativo en el rendimiento promedio de los estudiantes a través de las evaluaciones de aula invertida que el rendimiento promedio del grupo de metodología tradicional para el grupo de Precálculo Avanzado.

$$H_1: \mu AP_{invertida} \neq \mu AP_{tradicional}$$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Conclusión: No existe una diferencia estadísticamente significativa en la ganancia ajustada entre los estudiantes de Precálculo Avanzado que recibieron la metodología flipped learning y aquellos que recibieron la metodología tradicional ($p = 0.1645$). La interacción triple METODOLOGÍA X NIVEL de CURSO x TIEMPO, que engloba el efecto diferencial del método en ambos niveles, no fue significativa ($p = 0.5058$). Por lo tanto, se concluye que el patrón de crecimiento en el logro de los estudiantes de Precálculo Avanzado en la metodología de aula invertida no difiere significativamente del patrón observado en la metodología tradicional.

Hipótesis 3: Diferencia entre Aula Invertida y Tradicional en estudiantes regulares

H_0 : No existe una diferencia significativa en el rendimiento en el rendimiento promedio de los estudiantes a través de las evaluaciones del grupo de aula invertida que el del grupo tradicional para el grupo de Precálculo Regular.

$$H_0: \mu_{CPInvertida} = \mu_{CPTradicional}$$

H_1 : Existe un cambio significativo en el rendimiento promedio de los estudiantes a través de las evaluaciones de aula invertida que el rendimiento promedio del grupo de metodología tradicional para el grupo de Precálculo Regular.

$$H_1: \mu_{CPInvertida} \neq \mu_{CPTradicional}$$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Conclusión: No existe una diferencia estadísticamente significativa en la ganancia ajustada entre los estudiantes de Precálculo Regular que recibieron la metodología flipped learning y aquellos que recibieron la metodología tradicional. No se encontró evidencia de que el patrón de crecimiento del logro a través del tiempo del grupo de aula invertida difiera significativamente del grupo tradicional para los estudiantes de Precálculo Regular. La falta de significancia en la Triple Interacción METODOLOGÍA X NIVEL de CURSO x TIEMPO ($p=0.5058$) apoya esta conclusión.

Hipótesis 4: Diferencia del Aula invertida entre estudiantes Avanzados y Regulares

H_0 : El grupo Avanzado que recibió la metodología de aula invertida presentará un incremento significativamente menor o igual en el rendimiento académico a lo

largo de las pruebas, en comparación con el grupo Regular en la misma metodología y con ambos grupos en la metodología tradicional.

$$H_0: \mu AP \leq \mu Reg$$

H_1 : El grupo Avanzado que recibió la metodología de aula invertida presentará un incremento significativamente mayor en el rendimiento académico a lo largo de las pruebas, en comparación con el grupo regular en la misma metodología y con ambos grupos en la metodología tradicional.

$$H_1 : \mu AP > \mu Reg$$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Conclusión: Los datos no proporcionan evidencia estadística suficiente para afirmar que el grupo avanzado que recibió la metodología de aula invertida presenta un incremento significativamente mayor en el rendimiento académico a lo largo de las pruebas en comparación con el resto de los grupos. La triple interacción no fue significativa ($p = 0.5058$).

El problema central de esta investigación residía en la duda sobre la efectividad de la utilización del modelo híbrido en el curso de precálculo en bachillerato. La solución aportada valida empíricamente que el Aula invertida es una alternativa pedagógicamente segura e intercambiable con el modelo tradicional de aprendizaje. El modelo de aula invertida demostró mantener, mediante el uso de plataformas digitales de calidad como College Board Classroom, Albert IO y FlippedMath, los estándares académicos del Colegio Americano de Guadalajara, ofreciendo una estructura sincrónica que protege el aprendizaje del alumno en caso de ausentismo o necesidad de recuperación. La solución que se obtuvo demuestra la efectividad del aula invertida bajo la Teoría de la Carga Cognitiva de Sweller (1988). También se solucionó el problema de la fragmentación del aprendizaje a través de la creación de un ambiente digital en donde los principios de Aprendizaje Multimedia de Mayer (2014). Al poder

presentar los contenidos teóricos de la materia de precálculo de manera asincrónica y respetando la coherencia visual y segmentada se pudo lograr liberar la memoria de trabajo del alumno durante la clases presenciales, pudiendo rescatar el tiempo de práctica al desplazar la instrucción directa fuera del aula y permitiendo que el espacio grupal se convirtiera en en una Zona de Desarrollo Próximo, como lo menciona Vygotsky (1986) y de esta manera el docente puede intervenir para enfocarse en los errores conceptuales detectados en tiempo real por las plataformas digitales en el momento que los alumnos realizan evaluaciones formativas.

El objetivo general de comparar los modelos (tradicional contra aula invertida) logró demostrar que el intercambio de metodologías es posible, lo que valida que el aprendizaje significativo (Ausubel, 1963) ocurre de manera independiente del medio, siempre y cuando haya un diseño instruccional robusto. Ambos modelos cumplen con la función de base pedagógica eficiente ($p = 0.5058$).

La diferenciación por nivel, o sea, el hecho que los cursos avanzados capitalizan mejor el modelo invertido, se explica mediante la Teoría de la Autorregulación de Zimmerman (1986) que confirma que los estudiantes con mayores habilidades metacognitivas poseen una estructura mental más avanzada para navegar de manera autónoma, por ende, no requiriendo mediación sociocognitiva por parte del docente, como sería el caso de estudiantes regulares.

En el caso de habilidades metacognitivas, aunque el lapso del experimento haya sido únicamente diez semanas, el crecimiento a través del tiempo en las cuatro evaluaciones fue constante, sugiriendo una maduración en la capacidad de monitoreo del propio estudiante. El uso de plataformas con retroalimentación inmediata funcionó bien como una herramienta de metacognición externa, permitiendo al alumno reconocer el nivel de logro antes de llegar a la evaluación sumativa.

CAPITULO V

Conclusiones

Este capítulo tiene como objetivo final el exponer las conclusiones derivadas del proceso investigativo, en relación con el problema de investigación, los objetivos que se plantearon en el marco teórico que se presentó como sustento del estudio. Las conclusiones están estructuradas en función de los hallazgos obtenidos y en base a los referentes teóricos, conceptuales y empíricos revisados.

5.1 Sobre la solución al problema de investigación

La problemática abordada en esta investigación se originó a partir de la identificación de una brecha crítica en la implementación de modelos de aprendizaje híbridos, conocidos como blended learning, en el nivel de educación media superior en el área de matemáticas. El problema central giraba en torno a la incertidumbre de la eficacia del modelo tradicional en comparación con el del aula invertida (flipped classroom) el cual es apoyada por herramientas tecnológicas avanzadas y si este último método resultaba en una mejora estadísticamente significativa en el rendimiento académico y las capacidades de autoaprendizaje de los estudiantes de bachillerato en la materia de precálculo. Más aún, existía la preocupación pedagógica de que una planeación o secuenciación incoherente de los contenidos ofrecidos en línea pudieran fragmentar o incluso dañar la experiencia educativa del alumno y reducir el impacto de este modelo en la adquisición de conocimientos del estudiante.

Para poder dar solución a esta problemática se implementó una intervención educativa planificada por una duración de diez semanas en el

Colegio Americano de Guadalajara en el curso de Precálculo Avanzado y Regular. La intervención incluyó la integración de plataformas especializadas como Albert IO y AP Classroom. Además se utilizó la plataforma de flipped classroom, la cual se especializa en proveer videos educativos breves (10 a 15 minutos) diseñados para el aprendizaje eficiente y optimizado para la carga cognitiva de los estudiantes de bachillerato de niveles Avanzados y Regulares.

Los resultados obtenidos a través del análisis estadístico de ANCOVA de medidas repetidas, que se llevó a cabo en el software estadístico JMP (versión 19.0.1), proporcionan una respuesta empírica a la problemática anteriormente planteada. Esta investigación demostró que la implementación del aula invertida es una solución viable y efectiva que mantiene los estándares de rendimiento académico en comparación con el modelo tradicional, permitiendo, así, una mayor flexibilidad en cuestión curricular. Se demostró que, aunque el aula invertida no es un modelo de enseñanza significativamente más eficiente que el modelo tradicional, si es comparable, lo que se traduce a que mantiene los estándares de rendimiento académico, permitiendo al profesor la flexibilidad de la utilización de ambos métodos en su planeaciones sin que la calidad educativa se vea reducida.

Al poder controlar la variable de conocimiento inicial (MAP), se pudo solucionar la duda de si el éxito del modelo dependía única y exclusivamente de la capacidad intrínseca que el alumno posee. Los resultados confirmaron que, aunque el conocimiento inicial es un predictor clave, el crecimiento académico se presenta de manera contundente en ambos modelos educativos, validando, así, la integración tecnológica como un recurso de soporte efectivo para el aprendizaje y no como una distracción pedagógica.

5.2 Sobre el logro de los objetivos

En relación al objetivo general, el cual era el comparar el impacto del modelo de aula invertida contra el modelo tradicional se logró identificar satisfactoriamente al comparar los resultados académicos de cuatro evaluaciones sucesivas de los grupos experimentales y de control. El análisis estadístico logró determinar que, si bien no hay una superioridad estadísticamente significativa de una metodología sobre la otra en el plazo de diez semanas ($p = 0.5058$), ambos modelos facilitaron un crecimiento significativo de logro académico a lo largo de estas semanas.

En el caso del objetivo específico 1, que era evaluar las diferencias en el rendimiento académico diferenciado entre cursos regulares y avanzados, se identificó una diferencia significativa en el nivel de logro ($p = 0.0227$), lo que confirma que los estudiantes de nivel avanzado mantienen un rendimiento superior y una trayectoria de crecimiento más pronunciada comparada con los estudiantes de nivel regular, sin importar la metodología utilizada (tradicional o aula invertida), lo que nos aporta una comprensión más profunda sobre cómo el nivel de madurez académica inicial de los alumnos interactúa con los modelos de enseñanza.

El segundo objetivo específico era el analizar el desarrollo de habilidades metacognitivas y de autoaprendizajes. Para lograr esto, el análisis se centró únicamente en indicadores cuantitativos de desempeño y la obtención de este objetivo se basó en el reflejo de las capacidades de los estudiantes para capitalizar de manera más eficiente los recursos autónomos (videos y evaluaciones). La trayectoria discrepante en la evaluación final (Prueba 4) sugiere que los estudiantes con mayor nivel de autonomía previa se benefician más de la estructura independiente del aprendizaje del aula invertida.

Para el tercer objetivo específico que era el proporcionar recomendaciones basadas en evidencia para la implementación efectiva del modelo de aula invertida la evidencia sugiere que la metodología puede

adoptarse de manera intercambiable o combinada, permitiendo que el aula invertida sirva como el modelo principal de enseñanza o como un recurso de recuperación en casos de ausentismo y que este recurso no compromete la calidad de enseñanza y aprendizaje de los alumnos.

A partir de los resultados obtenidos de los datos mediante el análisis estadístico se presentan las siguientes conclusiones de la investigación:

La conclusión más relevante es que no existe diferencia significativa en el patrón de crecimiento académico entre el aula invertida y la enseñanza tradicional en el contexto de precálculo en bachillerato. Lejos de ser un resultado negativo esto presenta un hallazgo bastante positivo para poder realizar una planificación curricular exitosa, pues otorga a los docentes y también a la institución la libertad de elegir la metodología que mejor se adapte al estilo personal de enseñanza sin temor a afectar el rendimiento de los alumnos en la materia.

Esta investigación también confirmó que el conocimiento previo del estudiante, medido por la prueba de MAP, es un predictor estadísticamente significativo ($p < 0.0001$) del éxito académico del alumno en la materia de precálculo. Esto trae consigo la importancia que cualquier innovación tecnológica, y esto incluye al aula invertida, debe ser acompañada de estrategias que atiendan las brechas de conocimientos iniciales para que estas sean verdaderamente inclusivas.

En el caso de la diferenciación por niveles existe una interacción crítica entre el tiempo y el nivel del curso (Tiempo x Nivel_Curso). Los estudiantes Avanzados muestran una mayor capacidad para incrementar su rendimiento a lo largo de las diez semanas de la investigación, especialmente bajo la modalidad de aula invertida al final del periodo evaluado (Prueba 4), lo que sugiere que la modalidad de aula invertida es particularmente más potente para el

aprovechamiento de estudiantes con mayor grado de autonomía, potencializando habilidades de autorregulación preexistentes.

El hecho que todos los grupos tuvieran una mejora significativa a través del tiempo ($p < 0.0001$) valida el hecho que la calidad del diseño de los materiales educativos utilizados (videos y cuestionarios de retroalimentación inmediata) y las técnicas de enseñanza son de alta calidad para ambos modelos educativos. Es fundamental tener una adecuada gestión de la carga cognitiva para el éxito de cualquier modalidad de aprendizaje mixto en cualquier institución educativa.

El aula invertida ofrece una ventaja estratégica para mitigar los efectos del ausentismo al poderse utilizar como base de recursos asincrónicos, con videos y notas estructurados profesionalmente. En el caso que alumnos falten al colegio por cualquier motivo, estos pueden reincorporarse al ritmo del curso de manera autónoma, minimizando retrasos en el aprendizaje.

Esta investigación aporta evidencia sólida que la integración tecnológica en las matemáticas a nivel medio superior, cuando se realiza con una planeación rigurosa, ofrece un entorno de aprendizaje sólido y flexible que prepara el estudiante de manera exitosa para las demandas de la autonomía que exige la educación superior, cumpliendo así con las competencias del siglo XXI que busca una institución como el Colegio Americano de Guadalajara, A.C.

5.3 Beneficios de la investigación

La presente investigación tiene una trascendencia que beneficia a diversos actores en varias esferas y tiene una capacidad de generar un valor aplicable más allá de la materia de precálculo al permitir implementar el modelo de aula invertida, bajo una planeación rigurosa, a otros cursos dentro del Colegio

Americano de Guadalajara. A continuación se presentan los beneficios que este estudio tiene en los ámbitos social, tecnológico, ético, económico y ambiental.

Impacto Social

El impacto social que este proyecto de investigación aporta es la democratización del aprendizaje y la autonomía. Esta investigación fortalece el tejido académico y la preparación del estudiante ante los retos de una ciudadanía global. La democratización del acceso al conocimiento es primordial hoy en día. En el caso del modelo tradicional, cuando el alumno se ausenta a clases, ya sea por motivos de salud, deporte o situaciones de otra índole, este no era capaz de darle seguimiento a las instrucciones de modo autónomo. Con este modelo de aula invertida el alumno puede tener la certidumbre que tendrá recursos sincrónicos estructurados para adquirir esos conceptos básicos y su aprendizaje no se verá interrumpido por factores externos, lo que le garantiza el derecho al aprendizaje continuo.

Del mismo modo se aporta también un beneficio social de largo alcance al poder fomentar la autonomía y las habilidades metacognitivas del alumnado. La responsabilidad del aprendizaje se traslada a un espacio individual que obliga al estudiante a gestionar su propio tiempo y desarrollar sus propias estrategias de autorregulación. Como bien lo discute Zimmerman (1986), estas competencias son fundamentales para que los alumnos tengan una transición exitosa a la educación universitaria. Este beneficio social le entrega a la sociedad de graduados del bachillerato la libertad y posibilidad de ser capaces de enfrentarse a nuevos retos académicos con herramientas de autogestión ya probadas, mejorando su proceso cognitivo.

Este impacto social humaniza el aula al liberar al docente de una cátedra magistral repetitiva y abriendo espacio para la interacción socioemocional con el alumno. El tiempo presencial en clase se convierte en un foro de mentoría en el que el profesor puede atender las dudas específicas de cada alumno y fomentar

el trabajo colaborativo en parejas o grupos; dicha transformación reduce la ansiedad de los alumnos a las matemáticas, problema bastante común en estos cursos, alejando a la materia de precálculo de ser un filtro excluyente y creando un entorno de apoyo y crecimiento comunitario.

Impacto Tecnológico

La presente investigación tiene una dimensión tecnológica mayor por el uso de herramientas digitales y el establecimiento de estándares de integración inteligente en el ámbito tecnológico-educativo. El beneficio tecnológico principal es que se pudo demostrar la eficacia de la tecnología que no reside en el dispositivo en sí, sino en el diseño instruccional que lo sustenta. Al poder aplicar los principios de aprendizaje multimedia de Mayer (2014) en la investigación se pudo generar una metodología en la que se utilizan objetos de aprendizaje que respetan la carga cognitiva del estudiantes evitando que tengan una saturación de información, pudiendo así, optimizar la retención del material presentado.

Se pudo crear un patrimonio digital de activos de aprendizaje validados por este estudio, que incluye una biblioteca de videos, notas y bancos de problemas en plataformas como Albert IO, College Board Classroom y FlippedMath para su utilización por docentes y alumnos. Estos recursos son reutilizables y permanentes que permiten una consistencia curricular a través de subsecuentes ciclos escolares y diferentes docentes, asegurando la calidad de la instrucción de precálculo.

Esta investigación valida el uso de la Analítica de Aprendizaje, o sea, el uso de plataformas que ofrecen retroalimentación inmediata para poder recolectar datos sobre el progreso del estudiante en tiempo real. Este impacto tecnológico nos ayuda a transformar la evaluación al cambiar la visión de un evento punitivo al final de cada unidad a ser un proceso de monitoreo constante que permite intervenciones pedagógicas específicas a cada alumno. La sincronización de la currícula y la tecnología permite una visibilidad clara del

proceso de aprendizaje, antes imposible en el modelo tradicional, lo que posiciona al Colegio Americano de Guadalajara a la vanguardia de la transformación educativa.

Impacto Ético

Desde esta perspectiva, este estudio centra la atención en el compromiso con la diversidad y justicia educativa. La enseñanza tradicional de las matemáticas tiene un riesgo inherente al tratar a todos los estudiantes con igualdad, ignorando sus diferencias con respecto a su punto de partida. Los hallazgos de la presente tesis muestran que la influencia crítica del conocimiento previo, proporcionado por la prueba MAP y la diferencia entre el curso regular y avanzado aporta un beneficio ético al modelo de aula invertida al facilitar la equidad entre alumnos. Este modelo permite que el docente dedique más tiempo a quienes tienen brechas de aprendizaje más grandes, mientras que ofrece mayores desafíos a los alumnos de niveles avanzados, maximizando así el potencial de cada individuo.

La promoción de la integridad académica y transparencia también es una de los beneficios del modelo de aula invertida puesto que utiliza plataformas con retroalimentación inmediata, cambiando el concepto que el error deja de ser motivo de sanción al convertirse en un dato de aprendizaje. También se fomenta una ética de trabajo basada en el esfuerzo continuo y la honestidad, reduciendo la presión constante que el alumno tenía de adivinar respuestas en un examen. Los estudiantes aprenden el valor de la comprensión y no se enfoca en tener un resultado numérico sino en fortalecer su formación ética como futuros profesionales.

Adicionalmente existe un beneficio ético en la validación científica de las prácticas docentes de las instituciones. En muchas instancias las instituciones educativas experimentan nuevas modas pedagógicas que afectan a los alumnos y docentes. Al realizar un estudio doctoral con un diseño cuasi-experimental

riguroso el Colegio Americano de Guadalajara valida su prestigio de ser una institución con responsabilidad ética, mejorando la educación basándose en decisiones metodológicas respaldadas por evidencia. Esta es una garantía que el tiempo y los recursos de los estudiantes se invierten de manera estratégica, mantenido y potencializando los estándares de aprovechamiento académico, siempre respetando el derecho del alumno a recibir una educación de calidad probada.

Impacto Economico

La optimización del capital humano y los recursos institucionales es esencial para la mejora del rendimiento académico que se traduce a menores tasas de deserción y reprobación escolar. Uno de los beneficios económicos directos es la mejora en la eficiencia operativa del cuerpo docente lo que se traduce en la optimización de los costos institucionales al utilizar al docente más eficientemente, reduciendo su tiempo frente al grupo teniendo que repetir la misma explicación conceptual en múltiples sesiones. Al automatizar la instrucción directa, el modelo invertido libera al docente y le permite realizar actividades de alto valor agregado, como la mentoría personalizada y el eficiente diseño curricular, maximizando así el rendimiento de sus salarios.

Desde el punto de vista de las familias y la institución educativa existe una reducción de costos asociados con el fracaso escolar que el modelo Invertido puede remediar ofreciendo herramientas de remediación inmediata que puede prevenir la reprobación. La reprobación implica costos extras para las familias al tener que realizar pagos de cursos de verano y exámenes extraordinarios y, en casos extremos, la pérdida de colegiaturas por deserción. Al poder detectar la brecha de aprendizaje a tiempo, mediante un monitoreo digital, el modelo de aula invertida actúa como mecanismo preventivo, protegiendo la inversión económica de los padres de familia y la estabilidad financiera de la institución educativa.

Otra ventaja económica para la institución educativa es el hecho que aumenta la competitividad y el valor agregado al poder ofrecer cursos de matemáticas sólidos, apoyados por tecnologías de vanguardia que han sido respaldados por una investigación doctoral, elevando el prestigio del Colegio Americano de Guadalajara, atrayendo y reteniendo talento estudiantil que asegura la sostenibilidad económica del proyecto educativo a largo plazo. La implementación del modelo de aula invertida no se considera un gasto, sino una inversión en infraestructura pedagógica que genera resultados medibles y comparables internacionalmente a través de pruebas globalmente valoradas como las pruebas de AP (Advanced Placement) y de IB (International Baccalaureate).

Impacto Ambiental

Es de notar que el uso de aplicaciones digitales para la realización de pruebas y ejecución de tareas reduce el uso de papel y otros recursos físicos. De manera histórica, la enseñanza del precálculo siempre ha dependido del uso masivo de papel para la realización de ejercicios de prácticas, tareas y notas. La utilización del modelo Invertido de inmediato reduce dramáticamente la huella de carbono de esta asignatura, transitando a un ecosistema en donde la práctica digital fomenta la cultura del ahorro de recursos naturales, impactando directamente en la conciencia del estudiante.

Además del ahorro de papel, esta investigación promueve la eficiencia energética de movilidad al poder tener la capacidad de acceder a la instrucción de alta calidad de manera remota, en caso de que así se requiera, reduciendo la necesidad de desplazarse físicamente en situaciones de contingencia, como las vividas durante la pandemia del COVID del 2020.

Otro beneficio ambiental incluye la formación de una mentalidad de sostenibilidad digital del estudiante, en el que el alumno aprende a utilizar los recursos tecnológicos como herramientas de preservación de conocimiento,

siendo educados en un entorno en donde lo digital reemplaza lo físico de una manera eficiente, preparándose para un entorno laboral donde la sostenibilidad es un imperativo.

5.4 Beneficios del Marco Teórico

Toda investigación doctoral requiere de un marco teórico que sustente conceptualmente el estudio y delimite el enfoque analítico al establecer un diálogo riguroso con el conocimiento existente. Para esta investigación titulada Impacto del aula invertida como estrategia didáctica para medir el nivel del aprovechamiento en estudiantes de precálculo del Colegio Americano el marco teórico orientó la formulación del problema y los objetivos, siendo clave para interpretar los datos obtenidos desde una perspectiva crítica y fundamentada.

En las siguientes secciones se detallan los beneficios que el marco teórico aportó a esta investigación, en la cual destaca la pertinencia para la interpretación de los datos y la vigencia que los referentes clásicos y la integración de enfoques contemporáneos tienen. Al realizar esta reflexión se busca evidenciar cómo el marco teórico no sólo sustentó conceptualmente el estudio, sino que de igual manera orientó las decisiones metodológicas y analíticas que se realizaron.

Pertinencia de los Referentes Teóricos para Interpretar los Datos

El marco teórico de esta investigación ha sido esencial para interpretar los datos obtenidos sobre el aprovechamiento académico con el uso de aula invertida y su desarrollo de habilidades de autoaprendizaje y metacognición. La elección de referentes teóricos pertinentes ha permitido el análisis, de manera más profunda, de los procesos cognitivos, metacognitivos y conductuales involucrados en el fenómeno estudiado. La principal contribución del marco teórico en esta investigación radica en la función como filtro analítico para la correcta interpretación de los resultados estadísticos que se obtuvieron mediante el

análisis de covarianza de medidas repetidas (ANCOVA), sin la cual no se hubiera podido tener un andamiaje sólido en el cual los valores de p y las medidas de pendientes de crecimiento serían sólo abstracciones numéricas. Gracias a los referentes seleccionados cada uno de los datos obtenidos cobró un significado pedagógico profundo.

Dentro del análisis estadístico, y debido al marco referencial, se utilizó la teoría del aprendizaje previo para otorgarle a MAP un valor como covariable, dándole importancia a este dato como predictor del éxito académico. Gracias a esta teoría se permitió interpretar estadísticamente que el rendimiento en precálculo está fuertemente ligado a los esquemas mentales preexistentes del estudiante. Al poder controlar esta variable, el marco teórico nos facultó para afirmar, con rigor científico, que los beneficios observados en el nivel avanzado ($p = 0.0227$) no se debió solamente al producto del talento natural del alumno sino a su base de conocimientos y autonomía, lo que permite al alumno el éxito en el modelo invertido. El marco teórico actuó como un puente que unió a la estadística con la realidad cognitiva del alumno.

La pertinencia de la Teoría de la Carga Cognitiva de Sweller (1988) fue fundamental para interpretar el por qué ambos modelos (tradicional e invertido) mostraron un crecimiento académico significativo ($p < 0.0001$). Este resultado no es un acto fortuito, sino el resultado de una gestión deliberada del esfuerzo mental. De acuerdo con Sweller, al diseñar materiales que respetan los límites de la memoria de trabajo de los estudiantes se asegura que el proceso de aprendizaje sea eficiente, con lo que se concluye que cuando la instrucción está bien estructurada, siguiendo principios de multimedia, la modalidad utilizada (presencial o digital) es secundario frente a la calidad de diseño instruccional.

Hubo una optimización de la mediación docente del aula invertida gracias a los referentes de “espacio grupal” y “espacio individual” de la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky. El tiempo liberado en clase fue utilizado para actividades de mayor complejidad. El marco teórico permitió que se validara el

éxito del modelo y que éste no radica en el video por sí mismo, sino en cómo este video prepara el terreno cognitivo para la interacción humana en el aula y que este sea utilizado con efectividad.

Pertinencia y Vigencia de los Referentes Teóricos Clásicos

Las teorías clásicas de la educación no solo mantienen su vigencia, sino que son el cimiento para la innovación tecnológica. Esta investigación rescata los postulados de Piaget, Vygotsky y Dewey en la que las herramientas digitales actuales poseen la esencia de la pedagogía clásica.

El constructivismo de Jean Piaget se observa en la manera en que los estudiantes de precálculo asimilan y acomodan los conceptos presentados durante las diez semanas del experimento. La vigencia de su teoría reside en la explicación del error como un paso necesario para el equilibrio cognitivo, lo que se traduce en el uso exitoso de plataformas de retroalimentación inmediata que permite que este proceso de desequilibrio y reequilibrio ocurra de manera acelerada y autónoma a través del aula invertida. En esta tesis se demuestra que, independientemente de la tecnología y modelo, el aprendizaje sigue siendo una construcción activa del alumno y no solamente una transmisión pasiva de conocimientos.

Siguiendo los preceptos de Vygotsky se puede justificar el por qué el docente sigue siendo insustituible en el modelo híbrido. Su concepto de mediación y la importancia de tener un entorno sociocultural explica el motivo por el cual la interacción cara a cara en las clases presenciales son un factor que consolida el conocimiento adquirido previamente en los videos. El marco teórico clásico permitió defender la idea que la tecnología es una herramienta de mediación que puede expandir las capacidades del estudiantes, pero en el cual es necesario que el aprendizaje profundo sucede en el diálogo y la resolución colaborativa de problemas en clase, como lo propone Vygotsky desde hace casi un siglo.

La obra de John Dewey nos expone que el aprendizaje basado en la experiencia le otorga importancia y vigencia al enfoque de la educación basada en competencias que propone que el aula sea un laboratorio de prácticas constantes. La presente tesis se alinea con la visión de Dewey que la educación debe estar conectada con la realidad.

El beneficio de incluir a los referentes clásicos le otorga a esta, y cualquier investigación, una solidez histórica la cual ayuda a que esta sea vista como un posicionamiento de evolución natural y tecnológicamente potenciada por principios pedagógicos sólidos e irrefutables.

Pertinencia y Suficiencia de los Referentes Teóricos Moderno

El fenómeno del aprendizaje híbrido es bastante complejo y requiere de un marco teórico moderno pertinente y suficiente para cubrir las variables tecnológicas y metacognitivas que están en juego. Los aportes de Sweller, Mayer, Zimmerman y los precursores del modelo Invertido permitieron darle robustez contemporánea a esta investigación.

El pilar técnico de la ciencia detrás del aprendizaje multimedia fue dado por Richard Mayer (2014) y su diseño instruccional. Sus principios acerca de la coherencia, señalización y segmentación de material educativo fueron de suma importancia para establecer el uso de videos educativos que cumplieran con los requisitos de ser herramientas de aprendizaje real y no solamente distractores. En este marco moderno se justificó el por qué la inversión de la clase no generó una sobrecarga cognitiva negativa al alumno, sino por el contrario, facilitó la retención a largo plazo. Gracias a Mayer se plantea que la pantalla es el primer punto de contacto entre el alumno y el contenido.

Del mismo modo, las teorías modernas de autorregulación del aprendizaje de Barry Zimmerman (1986) fueron indispensables para explicar la variabilidad de los resultados entre los distintos niveles de los cursos examinados. Con su modelo se entiende que la metacognición es un proceso cíclico de previsión,

ejecución y autorreflexión que nos ayuda a entender el motivo por el cual los estudiantes de nivel avanzado muestran una mayor afinidad con el modelo Invertido. Esta base teórica nos permitió concluir que el aula invertida requiere que el diseño incorpore habilidades de autogestión que en el caso de los niveles regulares debe ser fomentada explícitamente por el docente. Sin la teoría de Zimmerman esta investigación hubiera carecido de una dimensión psicológica de la autonomía del estudiante.

Los referentes teóricos dados por Bergmann y Sams (2012) y Garrison y Kanuka (2021) proporcionaron la experiencia en la implementación del diseño del modelo Invertido en la práctica docente, lo que permitió que esta investigación comunicara un lenguaje actual de innovación educativa y haciendo una conexión con tendencias globales en la educación superior. El marco moderno otorga a esta investigación una vigencia y proyección futura, lo que permite que lo realizado en esta investigación pueda ser replicable y posiblemente un modelo escalable en otras áreas de la matemáticas en la educación superior o en diferentes contextos institucionales.

5.5 Conclusiones del Marco Metodológico

La presente sección tiene como finalidad el hacer una reflexión sobre el proceso metodológico que sustenta la presente investigación con el propósito de identificar los aciertos y limitaciones que se presentaron durante el desarrollo de esta investigación. También se busca valorar la pertinencia del enfoque cualitativo y las técnicas de recolección de información que se utilizó, así como instrumentos utilizados. El marco metodológico de la presente investigación no fue rígido pues su diseño requirió de una vigilancia constante para asegurar la validez de los hallazgos.

Esta reflexión nos permite fortalecer las conclusiones generales de esta investigación y aportar elementos que enriquezcan la comprensión del fenómeno

investigado desde una perspectiva crítica y contextual. A continuación, se presentan las adecuaciones realizadas a la metodología, así como las carencias con el propósito de consolidar el rigor metodológico y coherencia del trabajo de investigación.

Adecuaciones realizadas a la metodología, técnicas e instrumentos

El enfoque cuantitativo de esta investigación respondió a la necesidad de comprender la efectividad del modelo del aula invertida y el desarrollo de habilidades de autoaprendizaje y metacognición.

Una de las adecuaciones que redefinió el impacto del presente estudio fue la decisión de ampliar la muestra poblacional que originalmente contemplaba analizar exclusivamente los datos de estudiantes de nivel avanzado. La premisa original en el protocolo de investigación contemplaba la premisa que el aula invertida era el modelo más apto para estudiantes con alta autonomía, o sea, los de nivel avanzado. Luego de una reflexión profunda se decidió incluir a los estudiantes de nivel regular, no solo para aumentar la robustez estadística del estudio, sino también para permitirse una comparación importante: ¿El modelo de aula invertida impacta a estudiantes con diferentes grados de autorregulación y bases académicas previas? Sin esta comparación los hallazgos habrían sido sesgados y habrían carecido de la riqueza analítica que hoy nos permite asegurar que el aula invertida es una herramienta de diferenciación pedagógica efectiva para todo es espectro de estudiantes en el Colegio Americano.

Esta ampliación de muestra obligó a una segunda adecuación técnica, la implementación del análisis factorial mixto 2×2 (METODOLOGIA X NIVEL_CURSO). Al incluir a los alumnos regulares surgió la necesidad de controlar estadísticamente las diferencia de conocimiento inicial lo que nos llevó a la transición de un diseño experimental puro a uno diseño cuasi-experimental con un análisis de covarianza (ANCOVA) de medidas repetidas. Dentro del contexto del Colegio Americano, la asignación aleatoria de estudiantes a grupos

experimentales y de control es prácticamente imposible debido a la estructura administrativa y pedagógica preexistente. Debido a esta realidad y al hecho que se debía diferenciar el controlar estadísticamente las diferencias de conocimiento inicial entre alumnos regulares y avanzados la adecuación metodológica de esta investigación consistió en utilizar a la prueba MAP (Measures of Academic Progress) como una covariable, permitiendo ajustar o nivelar los resultados finales en función al conocimiento inicial del alumno y garantizando que el análisis no comparara solamente los grupos desiguales sino que evaluara el crecimiento neto de cada perfil. Si esta adecuación no se hubiera realizado, los resultados finales habrían carecido de validez pues no se hubiera podido distinguir si el éxito de un estudiante se debía a la metodología del aula invertida o únicamente a su base sólida en las matemáticas. Esta adecuación metodológica transformó a esta investigación de un caso específico a un modelo de análisis sistémico que aporta evidencia sobre la equidad y eficacia de la innovación tecnológica en poblaciones académicas diversas.

Otra adecuación que se realizó fue la recolección de datos mediante un sistema de medidas repetidas en distintos momentos del experimento (Prueba 1 a Prueba 4). Originalmente se había optado por un modelo más simple de pre y post examen. La adecuación de la metodología se modificó al ver la necesidad de observar la trayectoria de aprendizaje de los alumnos a lo largo de diez semanas. Esta decisión permitió que se pudiera capturar no solo el resultado final sino el ritmo de crecimiento académico de cada estudiante. El uso del programa estadístico JMP facilitó esta observación multidimensional, permitiendo interactuar y transformar una observación estática en un análisis dinámico del desarrollo de competencias.

También se realizaron adecuaciones en cuanto a los instrumentos utilizados. Originalmente solo se utilizarían los recursos en las plataformas de College Board Classroom y Alber IO, pero al integrar al grupo experimental a los estudiantes regulares, se decidió utilizar la plataforma de FlippedMath, no solo

como herramienta de apoyo en cuestión del uso de videos didácticos sino como fuente para monitoreo de prácticas deliberadas. Todas estas plataformas se adecuaron para que las evaluaciones pudieran medir, no solamente la memorización de algoritmos sino la capacidad de aplicar conceptos en situaciones complejas. La sincronización entre herramientas tecnológicas e instrumentos de evaluación garantizo que la metodología fuera coherente con el marco conceptual multimedia de Mayer, lo que garantizo y aseguro que cada estímulo digital tuviera una correlación evaluativa directa y justa.

Carencias detectadas en la metodología

A pesar de las adecuaciones realizadas, se identificaron algunas limitaciones que es necesario considerar para futuras investigaciones. La carencia más evidente fue la ausencia de un componente cualitativo. Debido a que esta investigación se centró exclusivamente en los datos cuantitativos y el análisis de varianza, la investigación dejó al lado la opinión de los alumnos. Aunque los datos obtenidos nos dicen lo que sucedió, por ejemplo, que no hubo diferencias significativas entre el modelo tradicional e invertido en ambos grupos, avanzado y regular, no nos explica el *porqué* desde la perspectiva del alumno. No tenemos información acerca de los niveles de frustración, compromiso emocional o percepción de la carga de trabajo a los que se vieron expuestos los alumnos al transcurrir las diez semanas del experimento. Esta brecha cualitativa es una limitante de la comprensión sobre la resistencia al cambio o el entusiasmo generado por el uso del modelo de aula invertida.

Otra de las carencias que se identificaron fue la limitación temporal de la intervención. Aunque diez semanas fueron un ciclo significativo no es suficiente para medir el desarrollo real de las habilidades metacognitivas y para hábitos de autorregulación permanentes. Aunque esta investigación detectó logros académicos no se puede asegurar que hubo una transferencia de hábitos reales y permanentes, existe la posibilidad que los alumnos se hayan adaptado a la modalidad de aula invertida por novedad de metodología o por la presión de las

evaluaciones pero necesariamente porque hubo una transformación de su identidad autónoma. Un diseño longitudinal que abarca un año escolar completo habría sido ideal para subsanar las carencias de profundidad temporal.

Del mismo modo se detectó una carencia en el control de variables externas del entorno escolar del Colegio Americano. Esta es una población de alto nivel socioeconómico y factores como tutorías privadas externas, apoyo de padres con la formación académica avanzada y acceso a recursos tecnológicos ilimitados en el hogar pudieron ser variables contaminantes que el diseño experimental no pudo aislar. Aunque el uso de la prueba MAP controló el conocimiento inicial, no se pudo controlar la ayuda externa recibida durante las diez semanas del experimento.

Finalmente se pudo identificar la carencia técnica para medir la sensibilidad de los instrumentos de evaluación tradicional para medir la metacognición. Los exámenes de precálculo miden el dominio del contenido mas no la capacidad para aprender, lo que sugiere que para futuras investigaciones se requieren instrumentos psicométricos adicionales validados para medir la autorregulación y metacognición en matemáticas.

5.6 Conclusiones generales

A partir del análisis de los datos obtenidos se puede concluir que el aula invertida es una estrategia poderosa para la enseñanza de las matemáticas en el bachillerato, siempre que este tenga una base rigurosa de diseño instruccional. El éxito del uso del Modelo Invertido depende de la interacción entre la calidad de los recursos multimedia, la preparación del docente como mediador y del nivel de autonomía inicial del estudiante. El aula invertida no es un reemplazo del docente, sino un método para potencializar la capacidad de intervención humana en el aula, liberándose de las cátedras repetitivas y permitiendo al docente enfocarse en el desarrollo de competencias de alto nivel.

Estadísticamente, la presente investigación concluye que existe una paridad de rendimiento académico entre el modelo tradicional de enseñanza y el modelo híbrido del aula invertida ($p = 0.5058$), lo que valida la seguridad pedagógica del modelo de innovación. Se desmiente la idea de que la tecnología podría fragmentar el aprendizaje o incluso reducir el rigor académico. Se demostró que cuando existe un diseño instruccional sólido y una planeación fundamentada en la Teoría de la Carga Cognitiva, los estudiantes alcanzan niveles equivalentes en ambos modelos. Esto permite concluir que el Colegio Americano cuenta con una metodología intercambiable probada en el curso de precálculo a nivel bachillerato, o sea, la institución puede transitar entre modalidad presencial y asincrónica con certeza que el crecimiento académico del estudiante esta garantizado, como lo demuestra el crecimiento sostenido de las mediciones a lo largo de las diez semanas del experimento ($p < 0.0001$).

La conclusión más reveladora tiene que ver con el análisis de variables individuales en el cual se puede concluir que el éxito del uso del modelo de aula invertida está intrínsecamente ligado al nivel cognitivo previo ya a la madurez metacognitiva del estudiante. El impacto significativo del factor NIVEL_CURSO ($p = 0.0227$) y la el nivel de significancia de la covariable de la prueba MAP ($p < 0.001$) permiten concluir que el aula invertida permite amplificar las habilidades del estudiante con alta capacidad de autorregulación (nivel avanzado) mientras que para los estudiantes regulares esta metodología actúa como andamiaje, pues todavía requieren de la presencia del docente para dirigirlos. La personalización de la enseñanza no es únicamente un ideal pedagógico, sino una necesidad estadística para poder maximizar el impacto de la tecnología en el siglo XXI.

El rol del docente se redefine con el uso del aula invertida, elevandolo de un simple transmisor de información a un constructor del aprendizaje, desplazando la instrucción directa a un espacio individual a través de videos diseñados bajo los principios de Mayer y recuperando el aula como un espacio

de interacción humana, obteniendo un mayor beneficio al intervenir en la Zona de Desarrollo Próximo del estudiante y resolviendo dudas complejas y fomentando el pensamiento crítico que una cátedra tradicional no permite al tener que cubrir el contenido durante clases presenciales.

Esta tesis permite concluir que la transición hacia modelos híbridos fortalece tanto la salud emocional del alumno como su resiliencia al sistema educativo aportando una solución ante el ausentismo y las contingencias, como la vivida durante 2020 con el COVID-19, garantizando la continuidad del aprendizaje sin tener que sobrecargar al docente ni de dejar rezagado al alumno. Esta es una estrategia que no solo mejora el rendimiento académico en precálculo, sino que forma al estudiante como un individuo autónomo, dotándolo de disciplina y capacidad de autoaprendizaje, principales herramientas de supervivencia en su siguiente etapa en la educación superior.

Se puede concluir que la innovación tecnológica en educación es válida si se ancla en la teoría; la convergencia entre los clásicos (Vygotsky y Piaget) y los modernos (Sweller y Zimmerman) le otorgan un rigor. El futuro de la enseñanza de matemáticas en bachillerato reside en la integración de ambas disciplinas, en donde la tecnología sirve a la pedagogía para abrir la posibilidad de crear un entorno de aprendizaje flexible, equitativo y humano.

5.7 Proyecciones y recomendaciones

Los hallazgos de esta investigación permiten proyectar nuevas líneas de trabajo e intervención educativa, así como formular recomendaciones prácticas para fortalecer el desarrollo de la metacognición y autoaprendizaje:

Recomendaciones

1. El hecho de que no exista una diferencia significativa en el patrón de crecimiento entre la metodología (aula invertida y tradicional) en todos los niveles de hecho presenta un lado muy positivo para la planificación

curricular. Este hallazgo permite a las instituciones, en este caso el Colegio Americano, adoptar ambas modalidades de enseñanza de manera intercambiable o combinada, sin el temor que el rendimiento promedio de los estudiantes se vea afectada. Los docentes tienen, así, la libertad de elegir la metodología que mejor se adapte a su estilo de enseñanza o a la unidad específica que se esté enseñando ya que los resultados no difieren estadísticamente. Esta es también una estrategia importante para el caso de ausentismo y recuperación pues el material del aula invertida (videos y notas) se pueden utilizar como recurso de recuperación oficial, lo que permitiría a los estudiantes que se han ausentado del aula por enfermedad u otras razones el ponerse al día con el contenido del curso de manera autónoma, minimizando así el retraso y asegurando que el aprendizaje no requiera de la utilización de tiempo extra por parte del docente.

2. Se recomienda implementar programas continuos de capacitación para docentes, que incluya el desarrollo de competencias digitales, diseño instruccional y carga cognitiva. La recomendación práctica es que los videos no excedan de 10 minutos y se utilicen técnicas de señalización y segmentación para no generar frustración o abandono entre los estudiantes.
3. Es aconsejable incluir un entrenamiento explícito en estrategias de Autorregulación a estudiantes para que estos puedan auto monitorear su aprendizaje, en especial a estudiantes de cursos regulares que batallan con su nivel de comprensión antes de llegar a clases. Esto permitiría nivelar la capacidad de autoaprendizaje, moviendo a estudiantes de un rol pasivo a uno de gestión activa de su conocimiento, enfatizando en las fases de Zimmerman de previsión, ejecución y autorreflexión.
4. Conviene también considerar la incorporación de instrumentos analíticos para la diferenciación antes de cada evaluación para poder identificar a

alumnos con puntuaciones bajas y reforzarlos con sesiones sincrónicas previas a la resolución de problemas complejos para asegurarse que el piso cognitivo sea sólido antes de exigirles autonomía total.

Proyecciones a futuro

1. Se sugiere replicar esta experiencia en diferentes niveles educativos (primaria, media superior y superior) y en contextos escolares diversos (públicos y privados), para validar la efectividad de las estrategias en poblaciones heterogéneas.
2. Se propone realizar investigaciones longitudinales que permitan observar la evolución de la metacognición y aprendizaje en los estudiantes y su impacto sostenido en el rendimiento académico durante todo un ciclo escolar.
3. Da lugar ampliar el enfoque de estudio para incluir un enfoque Cualitativo-Cuantitativo para profundizar y entender lo que sienten los alumnos antes la modalidad de aula invertida y permitir refinar el modelo para que no solo sea académicamente efectivo, sino también emocionalmente motivador.
4. Desarrollar instrumentos específicos para la metacognición de matemáticas, adaptando instrumentos psicométricos para medir la autorregulación y la conciencia sobre el propio aprendizaje lo que permitirá dar un seguimiento más preciso de la efectividad del modelo Invertido.
5. Se debería colaborar interinstitucionalmente para fomentar alianzas educativas, tecnológicas y de investigación para desarrollar proyectos conjuntos que promuevan la innovación educativa centrada en el estudiante.

Referencias y bibliografía

- Abeysekera, L., & Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: Definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*, 34(1), 1-14.
<https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>
- Aguayo Vergara, M. (2019). Perspectiva estudiantil del modelo pedagógico *flipped classroom* o aula invertida en el aprendizaje del inglés como lengua extranjera. *Educación*, 43(1), 97-113.
<https://www.redalyc.org/journal/440/44057415007/html/>
- Al-Samarraie, H., & Alzahrani, A. I. (2019). A systematic review of flipped classroom research: Trends, gaps, and future directions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 1-19.
- Alammary, A., Sheard, J., & Carbone, A. (2014). Blended Learning in Higher Education: Three Different Design Approaches. *Australasian Journal of Educational Technology*, 30(4).
<https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/693>
- Albert.io. (2022). Evidence of efficacy: Albert.io and the Every Student Succeeds Act (ESSA).
- Amaya-Conforme, D., & Yáñez-Rodríguez, M. (2021). *Las TIC en el aprendizaje de la matemática en bachillerato*. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9548853>
- AERA. American Educational Research Association (2014). Standards for educational and psychological testing.

- APA. American Psychological Association. (2014). Standards for educational and psychological testing. American Educational Research Association.
- Arias-Rueda, J.H. (2021). El modelo flipped classroom en educación virtual: Una experiencia en matemáticas universitarias. *Revista EDUCARE*, 25(2).
- Ascencio Sánchez, C., González Tapia, E., Zárate Águila, O. A., & Águila Reyes, A. (2024). Aula invertida, como estrategia didáctica para el aprendizaje autónomo de las matemáticas. *Estudios De La Ciénega*, (8), 25-30.
- ASFG (2025). The American School Foundation of Guadalajara, A. C. <https://www.asfg.mx>
- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Baig, M., & Yadegaridehkordi, E. (2023). Flipped classroom in higher education: A systematic literature review and research challenges. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), Artículo 52. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00430-5>
- Barros, V., Bastidas, M., & Calero, M. (2018). Aula invertida en la enseñanza de álgebra en la educación superior. *Espiraes Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 2(12), 25-38. <https://www.revistaespirales.com/index.php/es/article/view/150>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.

- Bhagat, K., Chang, C.N., & Chang, C.-Y. (2016). The impact of the flipped classroom on mathematics concept learning in high school. *Educational Technology & Society*, 19(3), 134-142.
- Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. *ASEE National Conference Proceedings*, 30(9), 1-18. <https://peer.asee.org/22585>
- Bonilla, A. R. L., Benavides, E. S. E., Barragán, V. E. Q., Veloz, V. M. C., & Corro, C. E. C. (2024). Aula invertida en la Enseñanza de la Contabilidad en el Nivel Superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 1001–1015. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9478
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 53-61.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.
- Cazau, P. (2006). Tipos de investigación científica. En P. Cazau, *Introducción a la investigación en ciencias sociales* (3.^a ed., pp. 17-25). Red de Psicología.
- Chen, Y., Wang, Y., & Chen, N. S. (2014). Is FLIP enough? Or should we use FLIPPED? *Computers & Education*, 79, 16-27. https://www.researchgate.net/publication/263893360_Is_FLIP_enough_or_should_we_use_the_FLIPPED_model_instead
- Chi, M. T., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>

- Chuang, H. H., Weng, C. Y., & Huang, F. Y. (2022). Flipping the Competency-Based Classroom: Effects on Learning Performance, Motivation, and Engagement. *Educational Technology & Society*, 25(1), 33-45.
- College Board. (2023). *AP Precalculus course and exam description*. New York, NY: Author.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4.^a ed.). SAGE Publications.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.
- Delors, J. et al. (1996). *La educación encierra un tesoro*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- Díaz-Muñoz, G. A. (2020). *Validación de instrumentos de recolección de datos*. Editorial Universitaria.
- Díaz Porras, J. A. (2025). Aula invertida para el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en el estudiantado de undécimo año. *Revista Educación*, 49(1), 1–24.
- Eisenhart, M. (1991). Conceptual frameworks for research circa 1991: Ideas from a cultural anthropologist; implications for mathematics education researchers. En *Proceedings of the 13th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. <https://nepc.colorado.edu/publication/conceptual-frameworks-research-circa-1991-ideas-a-cultural-anthropologist-implications-m>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. <https://psycnet.apa.org/record/1980-09388-001>

- García-Gil, D., & Cremades-Andreu, R. (2019). Flipped classroom en educación superior: Un estudio a través de relatos de alumnos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 24(80), 101-123. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662019000100101
- Gareis, C. R., Grant, L. W., Butler, S. T., & Hardie, L. E. (2021). *MAP growth validation study: An evaluation of the alignment of selected MAP growth assessments to the Virginia standards of learning and an exploration of the utility of MAP growth reports for determining student performance relative to grade level*. ERIC. <https://eric.ed.gov/?id=ED618690>
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2(2-3), 87-105. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6)
- Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2021). *Blended learning in higher education: Framework and application*. Springer.
- Gilboy, M. B., Heinerichs, S., & Pazzaglia, G. (2015). Enhancing student engagement using the flipped classroom. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 47(1), 109-114.
- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement. En *Proceedings of the first ACM conference on Learning @ Scale conference* (pp. 41-50). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). México: McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.^a ed.). McGraw-Hill.

Ishartono, N., Halili, S. H., & Abdul Razak, R. (2023). A review of flipped learning in innovative math education. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(4), 2194-2204.
https://www.researchgate.net/publication/376123280_A_review_of_flipped_learning_in_innovative_math_education

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.
https://www.uky.edu/~gmswan3/544/9_ways_to_reduce_CL.pdf

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.
https://www.researchgate.net/publication/253772914_Nine_Ways_to_Reduce_Cognitive_Load_in_Multimedia_Learning

Mayer, R. E. (2008). Applying the science of learning: Evidence-based principles for the design of multimedia instruction. *American Psychologist*, 63(8), 760-769.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2.^a ed.). Cambridge University Press.

- Mayer, R. E. (2014). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 171-173. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.003>
- McCormack, M. (2023). *Students and technology report: Flexibility, choice, and equity in the student experience*. EDUCAUSE. <https://library.educause.edu/resources/2023/8/2023-students-and-technology-report-flexibility-choice-and-equity-in-the-student-experience>
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2009). *Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Monje Álvarez, C. A. (2011). Tipos de investigación cualitativa. En *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: Guía didáctica* (pp. 109-121). Universidad Surcolombiana. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Muñoz, M. E. M., Párraga, A. P. B., Peralta, Y. E. V., Velez, K. L. M., Torres, V. L. C., Quiñonez, J. L. M., & Gavilanez, D. M. P. (2024). Flipped Classroom: impacto en el rendimiento académico y la autonomía de los estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 10083–10112. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12139
- NCME. National Council on Measurement in Education. (2014). Standards for educational and psychological testing. American Educational Research Association.
- National Governors Association & Council of Chief State School Officers. (2010). Common Core State Standards for Mathematics.

- Norberg, A., Dziuban, C. D., & Moskal, P. D. (2011). A time-based blended learning model. *On the Horizon*, 19(3), 207-216.
https://www.researchgate.net/publication/233961151_A_time_base_d_blended_learning_model
- Novianti, I. (2025). Effectiveness of the flipped classroom learning model in improving students' mathematical reasoning abilities in the application of school mathematics course. *International Journal of Social Science Research and Review*, 8(1), 43-50.
https://www.researchgate.net/publication/388010779_Effectiveness_of_the_Flipped_Classroom_Learning_Model_in_Improving_Students%27_Mathematical_Reasoning_Abilities_in_the_Application_of_School_Mathematics_Course
- NWEA. Northwest Evaluation Association. (2020). *MAP Growth technical report*. NWEA.
- Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford University Press.
- Perrenoud, P. (1999). *Construir competencias desde la escuela*. Ediciones Dolmen.
http://132.248.192.241/~iissue/www/seccion/SEP/docs/Perrenoud_P_h_cap3_Consecuencias_para_el_trabajo_del_profesor.pdf
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.
- Piaget, J. (1950). *La psicología de la inteligencia*. Psique. (Obra original publicada en 1947).
- Picciano, A. G. (2002). Beyond student perceptions: Issues of interaction, presence, and performance in an online course. *Journal of*

Asynchronous Learning Networks, 6(1), 21-40.
<https://doi.org/10.24059/olj.v6i1.1870>

Satparam, J., & Apps, T. (2022). A systematic review of the flipped classroom research in K-12: Implementation, challenges and effectiveness. *Journal of Education, Management and Development Studies*, 2(2), 35-51.
https://www.researchgate.net/publication/367514503_A_Systematic_Review_of_the_Flipped_Classroom_Research_in_K-12_Implementation_Challenges_and_Effectiveness

Secretaría de Educación Pública. (2021). *Análisis de teorías y modelos de aprendizaje que fortalezcan el conocimiento educativo y fomentan el desarrollo de capacidades innovadoras en la práctica docente*. Dirección General de Educación Superior Universitaria.

Selwyn, N. (2011). *Education and technology: Key issues and debates*. Bloomsbury Publishing.

Sevillano-Monje, V., Martín-Gutiérrez, Á., & Hervás-Gómez, C. (2022). The flipped classroom and the development of competences: A teaching innovation experience in higher education. *Education Sciences*, 12(4), Artículo 248.
<https://idus.us.es/server/api/core/bitstreams/dce5315d-74ff-46f9-b14b-f01b7d9d9629/content>

Sidiropoulou, K., Koustourakis, G., & Stravakou, P. (2021). The impact of the flipped classroom on developing higher-order skills and self-directed learning. *Interactive Learning Environments*, 29(4), 590-604.

Strayer, J. F. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning Environments*

Research, 15(2), 171-193. <https://psycnet.apa.org/record/2012-23930-003>

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem-solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (4.^a ed.). ECOE Ediciones.

https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Tobon4/publication/319310793_Formacion_integral_y_competencias_Pensamiento_complejo_curriculo_didactica_y_evaluacion/links/59a2edd9a6fdcc1a315f565d/Formacion-integral-y-competencias-Pensamiento-complejo-curriculo-didactica-y-evaluacion.pdf

U.S. Department of Education. (2016). *Non-regulatory guidance: Using evidence to strengthen education investments*.

Vargas, L. M. (2008). *Diseño curricular por competencias: Fundamentos epistemológicos y metodológicos*. Trillas. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182548/libro_diseño_curricular-por-competencias_anfei.pdf

Velarde Alvarado, A., Dehesa Martínez, J. M., López Pineda, E., & Márquez Juárez, J. (2020). Los vídeo tutoriales como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje y sus implicaciones pedagógicas en el diseño instruccional. *EDUCATECONCIENCIA*, 14(15), 67–86. https://tecnocientifica.com.mx/educateconciencia/index.php/revista_educate/article/view/160/935

- Venegas, I. L. (2007). Acercamiento al aprendizaje multimedia. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (37), 49-55.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language* (ed. rev.). MIT Press. (Obra original publicada en 1934).
- Wang, D. (2024). Integration of mathematics culture and mathematics teaching in high school under the view of flipped classroom. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 50(8), 222-229. https://www.researchgate.net/publication/382756030_Integration_of_Mathematics_Culture_and_Mathematics_Teaching_in_High_School_under_the_View_of_Flipped_Classroom
- Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education*, 34(1), 179-225. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0091732x09349791>
- World Economic Forum. (2023). *Future of Jobs Report*. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
- Zheng, L., Bhagat, K. K., Zhen, Y., & Zhang, X. (2020). The effectiveness of the flipped classroom on students' learning achievement and learning motivation: A meta-analysis. *Educational Technology & Society*, 23(1), 1-15. https://www.researchgate.net/publication/340629063_The_Effectiveness_of_the_Flipped_Classroom_on_Students%27_Learning_Achievement_and_Learning_Motivation_A_Meta-Analysis

Zimmerman, B. J. (1986). Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses? *Contemporary Educational Psychology*, 11(4), 307–313.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0361476X86900275>

Tablas y figuras

Índice de tablas

Tabla 1 Cuadro comparativo de indicadores de la investigación aplicada y su desarrollo en el presente proyecto de investigación.....	59
Tabla 2 Diseño de investigación.....	64
Tabla 3 Descripción de tipos de variables, definición e indicadores para el estudio.....	71
Tabla 4 Resultado del cuestionario de retroalimentación cualitativa y de usabilidad.....	84
Tabla 5 Análisis de rendimiento cuantitativo (tasa de tallo) de la evaluación 3A de la prueba piloto.....	85
Tabla 6 Análisis de las medias marginales estimadas de cada grupo.....	90
Tabla 7 Análisis de las medias marginales estimadas de cada grupo.....	91
Tabla 8 Resultados de los efectos fijos del análisis de la prueba de covarianza de diseño mixto con medidas repetidas.....	91
Tabla 9 Resultado de Prueba Post Hoc (Tukey HSD).....	93

Índice de figuras

Figura 1 Esquema integrador del marco teórico: ejes referencial, conceptual y contextual.....	13
Figura 2 Esquema gráfico de la investigación	56
Figura 3 Formato del instrumento de FlippedMath.....	68
Figura 4 Diagrama de la implementación del proyecto de investigación.....	69
Figura 5 Formato del instrumento de College Board Classroom.....	69
Figura 6 Diagrama de la implementación del proyecto de investigación.....	74
Figura 7 Resumen del Diseño de Investigación Factorial con Medidas Repetidas y Covariable.....	75

Figura 8 Factor Intra-Sujeto: Tiempo o Evaluación.....	76
Figura 9 Propósito de la Evaluación de los Efectos Principales del Diseño.....	77

Anexos

Anexo I

Carta solicitud de permiso



The American School
Foundation of Guadalajara, A.C.

Carta de autorización

The American School Foundation of Guadalajara
Colomos 2300, Col. Providencia
Guadalajara, Jalisco, 44630
México

24 de septiembre de 2025

A quien corresponda:

Por medio de la presente, hago constar que **June Marie Mitsuhashi González** ha solicitado y obtenido autorización para llevar a cabo el proyecto de investigación doctoral titulado **"IMPACTO DEL FLIPPED LEARNING BASADO EN COMPETENCIAS EN AUTOAPRENDIZAJE Y METACOGNICIÓN: UN ESTUDIO CUANTITATIVO COMPARATIVO ENTRE ESTUDIANTES DE PRECÁLCULO REGULAR Y AVANZADO."**

Dicha investigación se realizará durante el ciclo escolar 2025-2026 dentro de los cursos de Precálculo, tomando en cuenta los horarios y días correspondientes a las clases de la materia.

The American School Foundation of Guadalajara otorga su anuencia para la realización de este proyecto en sus instalaciones. Cabe señalar que durante este período nuestra institución se encuentra acreditada por el **Southern Association of Colleges and Schools** y actualmente mantiene su acreditación vigente por **Cognia**, anteriormente AdvancED.

Atentamente,

Brian Zink
Director de Preparatoria
brian.zink@asfg.edu.mx



HIGH SCHOOL
ACCREDITED BY Cognia™,
THE PARENT ORGANIZATION
OF SACS CASI
COLOMOS 2300
GUADALAJARA, JAL. MEXICO

ASFG

EARLY CHILDHOOD • ELEMENTARY • MIDDLE SCHOOL • HIGH SCHOOL

COLOMOS 2300
GUADALAJARA, JALISCO, 44630 • MEXICO
TELEPHONE +52 (33) 3648-0299
www.asfg.mx

Accredited by Cognia in the USA / Incorporado a la SEJ.
Preparatoria Convenio UNAM

Anexo II

Lineamientos de uso de material de College Board

El instrumento “Examen de Evaluación de la Unidad 3A (Funciones Polinomiales y Racionales)” no se puede publicar puesto que la legislación de la organización de College Board prohíbe su publicación y uso fuera del ambiente académico del curso de Precálculo Avanzado.

Intellectual Property

AP Services, and all content available through AP Services, including but not limited to questions, answers, video and audio recordings, text, images, animations, and all other content and materials (collectively, "Content"), are protected under the Copyright Law of the United States and are the sole property of College Board.

Content may not be performed, distributed, downloaded, uploaded, modified, reused, reproduced, reposted, retransmitted, disseminated, sold, published, broadcast, circulated or otherwise used in any way without express written permission of College Board. Any modification of the Content, or any portion thereof, or use of the Content for any other purpose constitutes an infringement of College Board copyrights and other proprietary rights.

College Board, AP, Pre-AP, SAT, Advanced Placement, AP Classroom, Pre-AP Classroom, Big Future, and the acorn logo are trademarks of College Board. Khan Academy is a registered trademark in the United States and other jurisdictions. You acquire no rights under these AP Services T&C to use any College Board trademarks.

Anexo III

Cuestionario de retroalimentación cualitativa y de usabilidad del instrumento piloto

Este cuestionario se utilizó para recopilar las percepciones de los estudiantes respecto a la claridad de las instrucciones, la complejidad de los reactivos y la interfaz del examen. Los datos obtenidos permitieron realizar ajustes técnicos y pedagógicos al instrumento final, asegurando su fiabilidad.

Cuestionario de Retroalimentación Cualitativa (Prueba Piloto)

Esta encuesta busca retroalimentación sobre la prueba piloto del Examen de la Unidad 3A de AP Precalculus. Tu opinión es fundamental para mejorar la versión final. La información es anónima.

1. **Periodo de Precálculo**

Mark only one oval.

☐ 3

☐ 5

2. ¿Cuál fue el tiempo aproximado que tardaste en completar el examen (en minutos)?

3. Evalúa las siguientes afirmaciones sobre la plataforma utilizada (College Board Classroom) durante la prueba en donde **1=Totalmente en desacuerdo;**
5=Totalmente de acuerdo

Fue fácil acceder a la prueba sin problemas técnicos.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4. **1=Totalmente en desacuerdo; 5=Totalmente de acuerdo**

La navegación entre las preguntas en la plataforma fue intuitiva y clara.

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

5. **1=Totalmente en desacuerdo; 5=Totalmente de acuerdo**

El sistema LockDown Browser no presentó ninguna dificultad técnica para iniciar o completar el examen.

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

6. **1=Totalmente en desacuerdo; 5=Totalmente de acuerdo**

El formato de las preguntas (imágenes, ecuaciones) se visualizó correctamente en mi dispositivo.

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

7. ¿Tuviste algún problema técnico o de visualización específico (ej. ecuaciones que no se veían bien, fallos en el *browser*)? Si tu respuesta es Sí, descríbelo brevemente.

8. Evalúa la claridad de las instrucciones y la redacción de las preguntas en donde
1=Totalmente en desacuerdo; 5=Totalmente de acuerdo

Las **instrucciones generales** de la prueba fueron completamente claras.

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

9. **1=Totalmente en desacuerdo; 5=Totalmente de acuerdo**

La **redacción** de las preguntas individuales era clara y fácil de entender.

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

10. **1=Totalmente en desacuerdo; 5=Totalmente de acuerdo**

Los **distractores** (opciones incorrectas) eran plausibles y no me confundieron por ambigüedad.

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

11. **1=Totalmente en desacuerdo; 5=Totalmente de acuerdo**

Sentí que la prueba evaluó los temas y habilidades que se suponía debía saber de la Unidad 3A.

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

12. Si hubo alguna pregunta cuya redacción te pareció **confusa o ambigua**, por favor, **indica su número** o descríbela brevemente para que podamos corregirla.

13. ¿Cómo percibes el nivel de dificultad general de la prueba?

Mark only one oval.

- ☐ Muy fácil
- ☐ Fácil
- ☐ Adecuado
- ☐ Difícil
- ☐ Muy difícil

14. (1=Totalmente en desacuerdo; 5=Totalmente de acuerdo):

El tiempo asignado para completar la prueba (75 minutos) fue suficiente.

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

15. ¿Hubo algún concepto o tipo de problema (ej. encontrar asíntotas, ceros, comportamiento final) que te resultó particularmente difícil o que crees que necesita ser reforzado antes del examen real?

16. Si pudieras darle una recomendación a los profesores para mejorar la prueba de la Unidad 3A, ¿cuál sería el cambio más importante que sugerirías al instrumento?

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

Anexo IV

Fotografía de estudiantes tomando la prueba piloto

Se presenta evidencia visual del entorno de aplicación durante la fase piloto en el American School of Guadalajara. La imagen ilustra las condiciones controladas bajo las cuales los estudiantes interactuaron con el instrumento de evaluación digital, garantizando la transparencia del proceso de recolección de datos.



Anexo V

Datos brutos de las evaluaciones sumativas de todos los grupos

Este anexo contiene las bases de datos originales con las calificaciones obtenidas por los 74 estudiantes en las cuatro evaluaciones parciales. Los datos están organizados por grupo (Experimental y Control) y por nivel (Regular y Avanzado), sirviendo de fuente primaria para el análisis estadístico posterior.

ID_Estudiante	GIA 1 = FLIPPE	= AVANZADO	MAP_Inicial	Preba_1	Preba_2	Preba_3	Preba_4
1	0	1	275	89	83	93	67
2	0	1	269	53	58	80	60
3	0	1	264	74	67	93	50
4	0	1	271	81	76	93	93
5	0	1	266	65	40	67	47
6	0	1	261	78	37	73	52
7	0	1	287	88	73	87	80
8	0	1	276	75	52	100	70
9	0	1	285	88	43	73	40
10	0	1	287	80	85	100	93
11	0	1	271	63	56	80	80
12	0	1	290	70	97	100	100
13	0	1	262	69	48	73	80
14	0	1	263	69	57	73	70
15	0	1	272	71	77	87	55
16	0	1	276	93	73	100	80
17	1	1	288	73	87	93	100
18	1	1	268	52	43	87	60
19	1	1	256	49	80	93	60
20	1	1	250	22	42	67	47
21	1	1	292	82	79	100	93
22	1	1	273	78	82	100	93
23	1	1	260	61	57	80	58
24	1	1	282	85	83	100	80
25	1	1	263	60	53	80	53
26	1	1	259	52	63	60	62
27	1	1	272	76	83	93	60
28	1	1	251	65	43	87	87
29	1	1	281	73	61	80	68
30	0	2	251	20	25	37	70
31	0	2	244	34	67	42	79
32	0	2	250	32	50	42	36
33	0	2	240	24	60	57	70
34	0	2	257	40	63	78	75
35	0	2	258	53	72	83	83
36	0	2	228	2	18	33	27
37	0	2	251	57	65	73	40
38	0	2	241	8	29	59	62

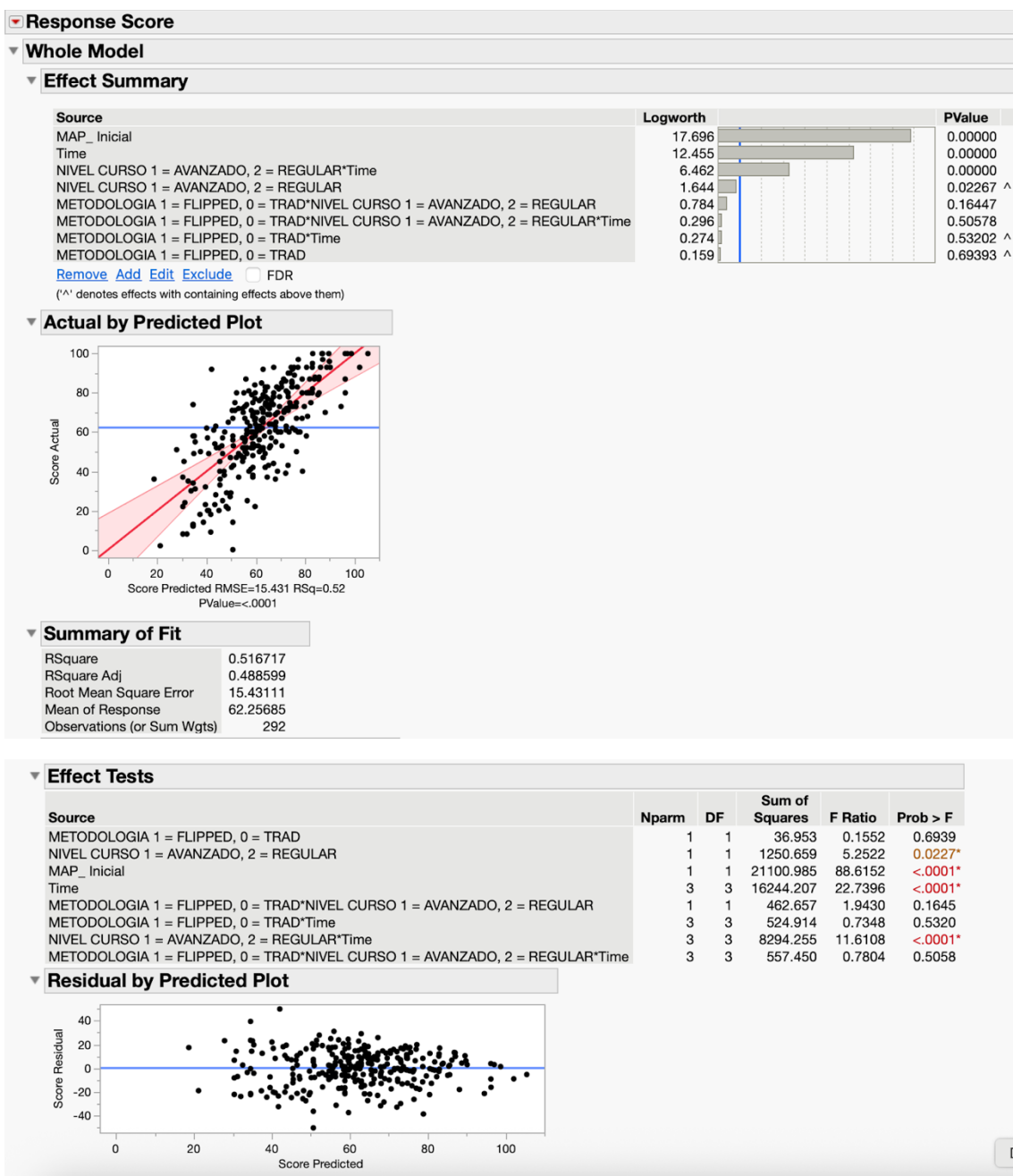
39	0	2	263	71	64	86	87
40	0	2	243	30	29	41	52
41	0	2	253	92	71	57	85
42	0	2	244	12	56	54	65
43	0	2	239	22	49	47	75
44	0	2	239	37	25	57	48
45	0	2	245	55	71	66	49
46	0	2	244	74	58	69	47
47	0	2	239	8	57	72	75
48	0	2	261	21	77	80	60
49	0	2	273	68	92	95	97
50	0	2	245	31	75	84	83
51	0	2	244	13	14	37	92
52	0	2	244	58	0	38	51
53	0	2	250	23	56	81	63
54	0	2	225	36	49	61	40
55	0	2	249	14	70	70	74
56	0	2	255	28	64	61	86
57	0	2	257	45	61	73	90
58	0	2	236	51	52	47	74
59	1	2	240	58	47	81	74
60	1	2	247	49	73	71	61
61	1	2	259	53	74	72	75
62	1	2	235	45	36	72	85
63	1	2	268	79	80	58	96
64	1	2	250	54	60	64	62
65	1	2	243	50	80	53	60
66	1	2	252	52	77	78	67
67	1	2	237	35	38	45	75
68	1	2	250	23	52	72	83
69	1	2	246	62	52	66	71
70	1	2	248	9	49	42	90
71	1	2	252	20	22	44	50
72	1	2	247	20	55	67	72
73	1	2	248	18	52	74	78

Anexo VI

Datos obtenidos de la corrida estadística de JMP

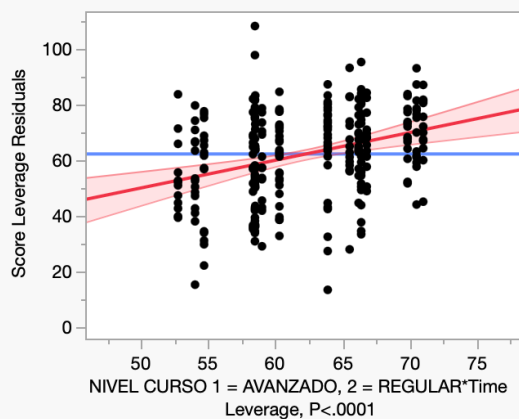
Se incluyen los reportes detallados generados por el software estadístico JMP. Este apartado contiene las tablas de Medidas Repetidas y los resultados del Análisis de Covarianza (ANCOVA), detallando los valores F, los niveles de significancia (p-value), los resultados de la prueba de Tukey HSD y el impacto de la prueba MAP como covariable.

▼ Analysis of Variance				
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	16	70012.97	4375.81	18.3766
Error	275	65482.76	238.12	Prob > F
C. Total	291	135495.74		<.0001*
▼ Lack Of Fit				
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack Of Fit	207	42658.161	206.078	0.6140
Pure Error	68	22824.600	335.656	Prob > F
Total Error	275	65482.761		0.9952
			Max RSq	0.8315
▼ Parameter Estimates				
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-162.2043	23.075	-7.03	<.0001*
METODOLOGIA 1 = FLIPPED, 0 = TRAD[0]	0.7507616	1.905783	0.39	0.6939
NIVEL CURSO 1 = AVANZADO, 2 = REGULAR[1]	4.9627678	2.165468	2.29	0.0227*
MAP_Inicial	0.8344672	0.088645	9.41	<.0001*
Time[2-1]	5.5051282	2.692661	2.04	0.0419*
Time[3-2]	14.351923	2.692661	5.33	<.0001*
Time[4-3]	-4.36859	2.692661	-1.62	0.1059
METODOLOGIA 1 = FLIPPED, 0 = TRAD[0]*NIVEL CURSO 1 = AVANZADO, 2 = REGULAR[1]	2.6586981	1.907377	1.39	0.1645
METODOLOGIA 1 = FLIPPED, 0 = TRAD[0]*Time[2-1]	-2.905128	2.692661	-1.08	0.2816
METODOLOGIA 1 = FLIPPED, 0 = TRAD[0]*Time[3-2]	0.4647436	2.692661	0.17	0.8631
METODOLOGIA 1 = FLIPPED, 0 = TRAD[0]*Time[4-3]	-1.38141	2.692661	-0.51	0.6083
NIVEL CURSO 1 = AVANZADO, 2 = REGULAR[1]*Time[2-1]	-9.894872	2.692661	-3.67	0.0003*
NIVEL CURSO 1 = AVANZADO, 2 = REGULAR[1]*Time[3-2]	6.5685897	2.692661	2.44	0.0153*
NIVEL CURSO 1 = AVANZADO, 2 = REGULAR[1]*Time[4-3]	-11.11859	2.692661	-4.13	<.0001*
METODOLOGIA 1 = FLIPPED, 0 = TRAD[0]*NIVEL CURSO 1 = AVANZADO, 2 = REGULAR[1]*Time[2-1]	-3.638462	2.692661	-1.35	0.1777
METODOLOGIA 1 = FLIPPED, 0 = TRAD[0]*NIVEL CURSO 1 = AVANZADO, 2 = REGULAR[1]*Time[3-2]	0.1480769	2.692661	0.05	0.9562
METODOLOGIA 1 = FLIPPED, 0 = TRAD[0]*NIVEL CURSO 1 = AVANZADO, 2 = REGULAR[1]*Time[4-3]	1.2019231	2.692661	0.45	0.6557



▼ **NIVEL CURSO 1 = AVANZADO, 2 = REGULAR*Time**

▼ **Leverage Plot**



▼ **Least Squares Means Table**

Level	Least Sq Mean	Std Error	0	20	40	60	80	100
1,1	56.9651	3.189						
1,2	52.5753	3.189						
1,3	73.4958	3.189						
1,4	58.0086	3.189						
2,1	47.0395	2.565						
2,2	62.4395	2.565						
2,3	70.2229	2.565						
2,4	76.9729	2.565						

Level					Least Sq Mean	Std Error
2,4	A				76.973	2.5647
1,3	A B				73.496	3.1887
2,3	A B C				70.223	2.5647
2,2	B C D				62.440	2.5647
1,4	C D E				58.009	3.1887
1,1	D E				56.965	3.1887
1,2	D E				52.575	3.1887
2,1	E				47.040	2.5647

Levels not connected by same letter are significantly different.

Anexo VII

Cartas de autorizacion del director de tesis



CARTA DE AUTORIZACIÓN (Asesor de tesis)

Estudiante del Doctorado en Gestión Educativa e Innovación Tecnológica

Presente

Por este medio me permito hacer de su conocimiento que, en mi calidad de asesor del proyecto de titulación que en la modalidad de Proyecto de investigación bajo tesis con el título "IMPACTO DEL AULA INVERTIDA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA MEDIR EL NIVEL DE APROVECHAMIENTO EN ESTUDIANTES DE PRECÁLCULO DEL COLEGIO AMERICANO", del estudiante "JUNE MARIE MITSUHASHI GONZÁLEZ", considero que el estudio cumple a cabalidad con las especificaciones del protocolo autorizado previamente, así como los requisitos de forma y rigor académicos necesarios de una investigación como recurso principal de las materias señaladas para el grado de Doctor en Gestión Educativa e Innovación Tecnológica de la Universidad Virtual de Estudios Superiores.

Sin otro particular, agradezco su atención y quedo a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

Guadalajara, Jal. a 04 de mayo del 2026.

Dr. Pavlov Comenio Agüero Amaro
ASESOR

Anexo VIII

Cartas de autorización del lector



CARTA DE AUTORIZACIÓN

Estudiante del Doctorado en Gestión Educativa e Innovación Tecnológica

Presente

Por este medio me permito hacer de su conocimiento que, luego de revisar en mi calidad de lector(a) el trabajo de titulación con el título ***"IMPACTO DEL AULA INVERTIDA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA MEDIR EL NIVEL DE APROVECHAMIENTO EN ESTUDIANTES DE PRECÁLCULO DEL COLEGIO AMERICANO"***, del alumna ***"JUNE MARIE MITSUHASHI GONZÁLEZ"***, considero que el trabajo cumple con los requerimientos de forma y de fondo necesarios para continuar con el proceso del grado de Doctor en Gestión Educativa e Innovación Tecnológica de la Universidad Virtual de Estudios Superiores.

Sin otro particular, agradezco su atención y quedo a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

Guadalajara, Jal. a 2 de mayo de 2026.

Nombre y firma del Lector(a)

Dra. Cruz Elena Velázquez Vargas

Glosario

Análisis de covarianza (ANCOVA). Procedimiento estadístico que permite comparar las medias de una variable dependiente entre grupos, controlando estadísticamente el efecto de variables adicionales (denominadas covariables) que podrían influir en los resultados. Este análisis aumenta la precisión del experimento al eliminar la varianza sistemática que no está relacionada con el tratamiento (Hernandez, et.al., 2014).

Aprendizaje autónomo. Ver Autoaprendizaje.

Aprendizaje híbrido. Ver Blended learning

Aprendizaje multimedia. Forma de instrucción que utiliza tanto palabras (texto/narración) para facilitar la construcción de modelos mentales. Según Mayer (2014) el aprendizaje multimedia es más efectivo cuando los recursos se diseñan respetando la capacidad limitada de los canales de procesamiento visual y auditivo.

Aprendizaje por competencias. Enfoque educativo centrado en la capacidad de los estudiantes para integrar conocimientos, habilidades y actitudes para resolver tareas complejas. Este modelo busca que el estudiante no solo acumule conocimientos, sino que sepa aplicarlos de manera eficaz en diversos contextos y situaciones reales (Perrenoud, 2004; World Economic Forum, 2023).

Aula invertida. Modelo pedagógico que invierte la estructura tradicional de clases: la instrucción directa se realiza fuera del aula (via videos) y el tiempo presencial se dedica a actividades prácticas y colaborativas. Bergmann y Sams (2012)

describen este modelo como una oportunidad para que los docentes pasen de ser el conocedor a ser un facilitador que apoya el aprendizaje activo.

Autoaprendizaje. Capacidad de un individuo para dirigir, regular y evaluar su propio proceso de adquisición de conocimientos. El autoaprendizaje requiere iniciativa personal y capacidad de identificar recursos y estrategias necesarias para alcanzar metas educativas de forma independiente (Knowles, 1975, Bergmann y Sams, 2012).

Blended learning. Modalidad educativa que combina la enseñanza presencial y la instrucción mediada por tecnología digital. Este enfoque permite una mayor flexibilidad y personalización, aprovechando lo mejor de ambos entornos para mejorar la experiencia educativa (World Economic Forum, 2023).

Carga cognitiva. Teoría que describe la cantidad de esfuerzo mental utilizado en la memoria de trabajo. Este aprendizaje es optimizado cuando se minimiza la carga cognitiva, generalmente debido a un diseño instruccional deficiente, y se facilita la carga relevante, evitando que el sistema cognitivo se sature (Sweller, 1988).

Competencias clave. Conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes esenciales que los individuos necesitan para su desarrollo personal y profesional. College Board (2023) identifica como competencia clave las capacidades fundamentales de razonamiento y resolución de problemas.

Contenido multimedia. Ver Aprendizaje multimedia.

Desarrollo de competencias. Ver Aprendizaje por competencias.

Diseño instruccional. Proceso sistemático de planificación, desarrollo y evaluación de recursos y ambientes de aprendizaje. Un buen diseño instruccional garantiza que el contenido sea accesible y pedagógicamente sólido, adaptándose a las necesidades del estudiante y a los objetivos curriculares (Mayer, 2014).

Escala RIT. Unidad de medida de intervalos iguales utilizada para cuantificar el crecimiento académico de un estudiante y basada en el Modelo de Rasch que permite medir el nivel de dificultad de una tarea y la habilidad del estudiante de manera independiente, facilitando un seguimiento longitudinal del progreso (NWEA, 2020).

Estrategias pedagógicas. Acciones e instrumentos diseñados y aplicados por el docente para facilitar el aprendizaje significativo que buscan optimizar la retención y aplicación de la información (Hernandez, et al., 2014; Zheng et al., 2020).

Evaluación formativa. Práctica evaluativa que se realiza durante el proceso de aprendizaje para identificar dificultades y progresos en tiempo real. El propósito principal no es asignar una calificación sino proporcionar retroalimentación que permita realizar ajustes pedagógicos inmediatos (Albert.io, 2022).

Herramientas digitales. Recursos de software, plataformas y dispositivos tecnológicos utilizados para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas herramientas facilitan la gestión de contenidos, colaboración y comunicación en entornos digitales (Zheng et al., 2020)

Flipped classroom. Ver Aula invertida.

Integración Tecnológica. Uso estratégico y fundamentado de las tecnologías de la información dentro del circuito educativo. No se refiere solo a la presencia de dispositivos sino al uso pedagógico de estos para alcanzar objetivos de aprendizaje específicos de manera más eficiente (Zheng, et al., 2020).

Metacognición. Conocimiento y control que una persona tiene sobre sus propios procesos de pensamiento. Capacidad de “pensar sobre el pensamiento”, lo que incluye una planificación, el monitoreo y la evaluación de las estrategias de estudio (Flavell, 1979; Zheng et al, 2020).

Personalización del aprendizaje. Enfoque educativo que adapta la instrucción, el ritmo y las estrategia a las fortalezas, necesidades e intereses individuales de cada estudiante. La personalización se logra mediante el uso de datos diagnósticos para ofrecer retos académicos a la medida (NWEA, 2020).

Rendimiento académico. Indicador cuantitativo o cualitativo del nivel de aprendizaje alcanzado por un estudiante en respuesta a un proceso educativo. La medida de las capacidades respondientes que expresa lo que el alumno ha aprendido durante el proceso formativo (Hernández, et al, 2014).

RIT. Ver Escala RIT.