



FORMAS COLECTIVAS Y USO INTELIGENTE DE TECNOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE DE VOLÚMENES EN REVOLUCIÓN

COLLECTIVE APPROACHES AND INTELLIGENT USE OF TECHNOLOGIES FOR LEARNING VOLUMES OF REVOLUTION

Pedro José Angulo Landaeta

pjangulol@autonoma.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-8650-7993>

Universidad Autónoma del Perú

RESUMEN

En el curso de Matemática II de la escuela de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Autónoma del Perú (ciclo 202302), se evidenció un elevado índice de desaprobados y una actitud obediente e individualista en el estudiantado. En respuesta, se diseñó e implementó la Estrategia Metodológica de Intervención Activa (EMIA), orientada a alcanzar expectativas de calidad en las sesiones de aprendizaje con estrategias innovadoras y activas en el estudio del tema sólido de revolución. La EMIA se fundamenta en el constructo de labor conjunta: una postura colectiva para la construcción del conocimiento matemático en entornos de aprendizaje de colaboración recíproca, propuesto en la Teoría de Objetivación (TO) de Radford (2023) y en comunidades de prácticas activas según López-Noguera (2005). Se adoptó una metodología híbrida que combinó procedimientos sobre las tareas y resultados de desempeño, al tiempo que se trianguló el análisis estadístico con el análisis fenomenológico. Los hallazgos mostraron una mejora significativa en el rendimiento académico y una correlación positiva entre la participación colectiva y el desarrollo de competencias sociales, evidenciando el impacto de la EMIA en el contexto de Matemática Educativa universitaria.

Palabras clave:

Formas colectivas de aprendizaje, labor conjunta, uso inteligente de tecnología, aprendizaje activo y colaborativo

ABSTRACT

In the Mathematics II course of the School of Systems Engineering at the Universidad Autónoma del Perú (2023-02 term), a high failure rate and a passive, individualistic attitude among students were observed. In response, the Active Intervention Methodological Strategy (AIMS) was designed and implemented, aimed at achieving quality learning expectations through innovative and active strategies in the study of solids of revolution. AIMS is grounded in the construct of joint labor, a collective stance that promotes reciprocal collaboration and the construction of mathematical knowledge in formal learning environments, as proposed in Radford's Theory of Objectification (2023) and in active communities of practice according to López-Noguera (2005). A mixed-methods approach was adopted, combining procedures focused on tasks and performance outcomes, while triangulating statistical analysis with phenomenological analysis. The findings showed a significant improvement in academic performance and a positive correlation between collective participation and the development of social competencies, evidencing the impact of AIMS in the context of university mathematics education.

Keywords:

Collective forms of learning, joint labor, intelligent use of technology, active and collaborative learning

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, vivimos inmersos en una era digital, caracterizada por el impacto de las tecnologías emergentes que evolucionan de manera exponencial, transformando de forma extraordinaria nuestra vida cotidiana. Este avance acelerado ha incrementado la velocidad con la que la innovación tecnológica vuelve obsoletos ciertos conocimientos y habilidades, ya que su interpretación se reconstruye constantemente según los nuevos paradigmas científicos. En este contexto, la educación se reafirma como un pilar fundamental para formar individuos capaces de afrontar estos desafíos. Esta realidad ha impulsado a los gestores educativos a sensibilizarse y a buscar enfoques educativos innovadores que sustituyan el paradigma clásico predominante en el sistema educativo formal, por modelos que promuevan aprendizajes activos y dinámicos (Garzón et al., 2025).

El Comité de Educación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Estados Unidos (2018) enfatiza la importancia de promover una educación integral que desarrolle competencias digitales, pensamiento crítico, creatividad y la capacidad de tomar decisiones fundamentadas en evidencias. En este sentido, STEM adopta una posición activa dentro de las metodologías educativas, ya que, por su propia naturaleza, fomenta la colaboración en la resolución de problemas, el aprendizaje práctico y habilidades de alto impacto social como pensamiento crítico y toma de decisiones, que son pilares esenciales de las metodologías activas en la educación (Roble-Ramírez, 2024). Jiménez et al., (2024) señalan que estas estrategias han demostrado tener un impacto positivo en la comprensión y retención a largo plazo de los conceptos matemáticos, estimulando una actitud emprendedora en los estudiantes.

Consustanciado con esta línea de pensamiento, el docente investigador reconoce que implementar metodologías activas es crucial para potenciar tanto el aprendizaje como el rendimiento académico. Estas estrategias no solo promueven el desarrollo del pensamiento crítico, sino que también preparan a los estudiantes para aplicar sus habilidades en escenarios reales, más allá del aula tradicional (Jiménez et al., 2024). Con base en estas premisas, se diseñó la Estrategia Metodológica de Intervención Activa (EMIA), una propuesta educativa orientada a transformar la experiencia

del aprendizaje mediante la reflexión de la acción colectiva y el uso de tecnologías de manera inteligente.

El estudio se realizó en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma del Perú, donde se identificaron problemas significativos, como bajo rendimiento y actitudes pasivas, marcadas por actitud receptiva y dependiente por parte del estudiantado. Ante esta situación, se propuso la EMIA como una solución para desarrollar habilidades de aprendizajes que mejoraran el rendimiento académico, a la vez que se aprovechaban las tecnologías emergentes.

La EMIA se basa en la Teoría de Objetivación (TO), que resalta la interacción conjunta y activa entre estudiantes, docentes y herramientas tecnológicas. En particular, se apoya en el concepto de “labor conjunta”, entendido como una estrategia social de interacción activa y colaborativa, en la cual el conocimiento matemático se construye de manera compartida y dinámica. Según Radford (2018), este enfoque favorece el desarrollo de habilidades en pensamiento crítico, resolución de problemas y trabajo en equipo. La estrategia se aplicó al tema de cálculo integral de volúmenes en revolución, integrando tecnologías accesibles y promoviendo formas colaborativas entre la comunidad universitaria objeto de estudio, lo que probablemente facilitará la comprensión del contenido.

El análisis de resultados incluyó enfoques cuantitativos y cualitativos. En el aspecto cuantitativo, se realizó un riguroso tratamiento estadístico que evidenció mejoras significativas en el rendimiento académico tras implementar la EMIA. Por otro lado, el enfoque cualitativo, basado en observaciones, entrevistas y testimonios compartidos, permitió comprender cómo esta estrategia transformó la experiencia educativa. En conjunto, el estudio concluyó que la EMIA demostró ser una experiencia educativa efectiva, capaz de revertir situaciones de aprendizaje deficientes en logros de expectativas académicas deseadas.

2. MARCO TEÓRICO

En la Universidad Autónoma del Perú, Escuela Profesional Ingeniería de Sistemas, ciclo III periodo 2023-2, curso de Matemática II, sección 46 (modalidad presencial), se evidenció una situa-

ción preocupante que despertó un interés investigativo en el campo de la Matemática Educativa. Esta situación se desarrolló en el marco de una reflexión sobre las mediciones vinculadas al rendimiento académico del Examen de Conocimiento, realizada en la cuarta semana del periodo mencionado. El contenido matemático evaluado incluyó integrales indefinidas, definidas y el cálculo de superficies encerradas en regiones convexas. Los resultados arrojaron los siguientes indicadores estadísticos descriptivos: a) media aritmética = mediana = moda = 7; b) desviación típica=3.2; c) coeficiente de asimetría=0.4; y, d) curtosis=0.37.

Desde la perspectiva cualitativa, los datos revelaron lo siguiente: a) la muestra estuvo conformada por 26 estudiantes, de los cuales solo tres aprobaron, considerando que la nota mínima aprobatoria en esta universidad es 11 puntos en una escala del 1 al 20; b) la estrategia de evaluación sumativa implementada por el docente no contempló el uso de tecnología, enfocándose en la memorización y el uso de algoritmos mediante la técnica tradicional de "papel y lápiz"; c) el ambiente de trabajo académico fue silencioso, controlado por el docente, y orientado a una estricta evaluación individual. Es importante señalar que estos aspectos educativos se alinean con características propias de una clase tradicional centrada en el paradigma individualista del saber (Radford, 2023).

A partir de la reflexión conjunta sobre los aspectos cuantitativos y cualitativos cotejados, el colectivo conformado por el docente y los estudiantes decidieron transformar la situación de deficiencia académica con el fin de mejorar el rendimiento. Se reconoció que una de las fortalezas del estudiante universitario adulto es su capacidad de gestionar actividades de aprendizajes y adoptar conductas adaptativas para superar limitaciones tanto en conocimiento como en desempeño (Cabelero, 2020). Asimismo, emergió un sentimiento colectivo encaminado a incorporar metodologías activas en futuras sesiones de aprendizaje, con el objetivo de fomentar habilidades blandas como la comunicación, colaboración, creatividad y curiosidad científica. El trabajo en equipo permite a sus miembros canalizar intereses comunes, lo que mejora el desempeño general debido al mayor involucramiento (Díaz et al., 2023); además, favorece la participación activa de los estudiantes, promoviendo un entorno de aprendizaje positivo y atractivo, especialmente en el ámbito de la educación superior (Bernal et al., 2024).

La intención explícita en esta indagación fue mejorar el rendimiento académico en la sección 46 del curso Matemática II a través de prácticas compartidas, participativas y con un uso inteligente de la tecnología. En consecuencia, el autor diseñó una estrategia didáctica orientada a consolidar diversas formas de colaboración en un modelo integrador que incluyó tanto las actividades de enseñanza-aprendizaje como la experiencia en tecnologías educativas. En este contexto, se formuló la Estrategia Metodológica de Intervención Activa (EMIA), con el propósito de alcanzar las expectativas educativas y examinar las condiciones necesarias para mejorar la calidad del trabajo académico y las habilidades prácticas de los estudiantes.

Por ende, a lo largo del proceso de implementación de la EMIA con la muestra seleccionada, surgió la interrogante: ¿Logrará la EMIA mejorar el rendimiento académico de la sección 46 del curso Matemática II en el contenido de sólidos de revolución? Inquietud que implicó el objetivo de investigación: Determinar la influencia de la Estrategia Metodológica de Intervención Activa (EMIA) en el rendimiento académico de los estudiantes de la sección 46 en el contenido sólidos de revolución del curso Matemática II, mediante el empleo de recursos tecnológicos como GeoGebra, Wolfram Alpha y ChatGPT.

Finalmente, el modelo tradicional de transmisión de conocimiento matemático, basado en la exposición y la memorización de algoritmos, ha demostrado ser ineficaz en promover una comprensión profunda y en el desarrollo de habilidades para resolver problemas (Jiménez et al., 2024). En particular, esta investigación se centró en el bajo rendimiento y la actitud pasiva de los estudiantes, lo que evidencia la necesidad urgente de transformar el enfoque educativo. De este modo, se propone la implementación de esquemas de acción que incluyan metodologías activas e innovadoras, orientados al desarrollo del conocimiento y la labor conjunta en el contexto universitario (González García, 2022).

La relevancia de este estudio radica en ofrecer soluciones concretas a un problema de realidad particular, identificado en el ámbito de la Matemática Educativa, al tiempo que fomente la creación de comunidades de aprendizaje más interactiva y centrada en el trabajo colectivo, mediante el uso de tecnologías emergentes para mejorar la com-

prensión y resolución de problemas matemáticos (Jiménez et al., 2024).

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El sustento de referencia se basa en la perspectiva sistémica postulada por Radford (2023), quien sostiene que toda teoría es un tejido de componentes interrelacionados en constante cambio; igualmente, advierte que la misma incluye tres componentes: a) conjunto organizado de principios teóricos; b) metodología; y, c) preguntas de investigación pragmáticas. Concretamente, el enfoque sistémico del estudio se puede apreciar en el aprendizaje organizacional colectivo propuesto por EMIA mediante la interacción de múltiples factores interrelacionados, lo que demuestra cómo los componentes teóricos se integran en un proceso dinámico de práctica, cambio y adaptación.

Otra fuente teórica que aporta una orientación complementaria al estudio es la postura de López-Noguera (2005) sobre metodologías activas, la cual se articula de manera coherente con la perspectiva sistémica de Radford. El autor sostiene que estas metodologías implican cambios de roles tradicionales, otorgándole al estudiante protagonismo activo en su proceso de aprendizaje. Mediante esta estrategia se fomenta la colaboración, la reflexión crítica y el compromiso basado en responsabilidades compartidas.

Esta concepción subraya la dimensión andragógica del contexto objeto de estudio, bajo rendimiento académico en el curso Matemática II, al concebir a las sesiones de aprendizaje como espacio de construcción colectiva de conocimientos, en que el profesor y los alumnos dialogan, negocian sentidos y transforman sus prácticas. Así, se reconoce al estudiante como un sujeto autónomo, social y culturalmente situado.

El bajo índice de desaprobados y actitud pasiva en el curso de Matemática II justificaron la necesidad de transformar la metodología educativa llevada a cabo. En respuesta, se desarrolla una propuesta solución sustentada en la TO, combinando acciones participativas y tecnologías emergentes. Singularmente, el experimento didáctico se centra en desarrollar estrategias de colaboración colectiva con altos niveles de participación, estructurando pequeños grupos de 3 a 5 miembros, en que la discusión académica se convierte en eje cla-

ve de su dinámica. Caracterizando su potencial en la forma interactiva de acción educativa y la penetración de su influencia social, que también extiende su impacto a otros grupos y al diálogo con el profesor.

Sin embargo, durante este proceso se plantearon interrogantes que buscaban revertir la situación de insuficiencia académica y estimular la excelencia educativa. Por lo tanto, las acciones planificadas y organizadas se alinearon con el esquema sistémico de la TO y sus metodologías activas, que considera a los actores educativos como seres sociales con huellas históricas y culturales que necesitan relacionarse con otros a través de sus actividades. En este sentido, “los individuos crean la cultura y la cultura crea a sus individuos” (Radford, 2014, p. 137).

A través de la labor, el actor educativo no solo se relaciona con otros, sino que también satisface sus necesidades, trascendiendo la simple coexistencia hacia la realización de tareas compartidas. Pues, es una forma social de acción conjunta que incluye responsabilidad, compromiso y cuidado mutuo entre los miembros de las esferas de convivencia académica. Según Radford (2012), trabajo, labor, actividad son, en efecto tres nombres que hacen referencia a una misma entidad cultural, una serie de acciones guiadas por un fin común que individuos realizan en conjunto.

Es de hacer notar que la TO considera dos procesos que ocurren en comunión con la labor conjunta: objetivación y subjetivación. La objetivación alude al encuentro con algo que está fuera del sujeto, un algo externo a su dimensión humana y que lo objeta porque representa un elemento que interpela su percepción y lo lleva a reconocer su presencia, particularmente en el contexto de esta intervención didáctica se refiere al encuentro con el contenido sólido en revolución. Por otra parte, la subjetivación comprende los elementos de conciencia que se generan como respuesta a ese elemento externo, creando una relación dialógica entre el sujeto y su entorno: es responder por la actividad de aprender.

Los procesos de objetivación y subjetivación ocurren en sujetos profundamente arraigados con su entorno, el cual está inmerso en unión inquebrantable con la sociedad que evoluciona históricamente conforme a los avances de su cultura, pues, en esa armonía se concibe un concierto continuo de manifestaciones dialécticas que im-

plican transformaciones del saber conocer, hacer, ser y convivir. Puntualmente, Radford (2018) la define en los siguientes términos la actividad conjunta (*deyatel'nost'* en ruso) llevada a cabo por el profesor y los estudiantes, una forma de energía cuya textura incluye el flujo de componentes emocionales, afectivos, éticos e intelectuales y materiales de donde emergen las matemáticas y en donde ocurren los procesos de objetivación y subjetivación (p. 72).

Ahora bien, los términos objetivación, subjetivación y labor conjunta coexisten en el contexto académico como una expresión cultural singular. La labor conjunta se entiende como una forma de actividad que ocurre en un espacio de vida único, en cuyo interior tiene lugar el conociendo y el volviéndose, un volviéndose que transforma perpetuamente a los sujetos involucrados Radford (2014).

Esencialmente, la labor se enfoca en formas sociales de acciones conjuntas. En este contexto, docentes y estudiantes participan en actividades colectivas, desempeñando roles diferentes, pero unidos en la construcción de formas culturales de ser. Dado que la convivencia se caracteriza por el estar junto con los demás, impulsa una comunión que, con el tiempo, cincela una ética comunitaria. Dicha ética destaca el valor supremo de la alteridad, entendida como el compromiso, la responsabilidad y el cuidado hacia el otro, visto como un reflejo del “yo” en los demás.

Nuevamente, se reitera que el estudio establece una alianza estratégica entre la labor conjunta y las metodologías activas para desarrollar una propuesta adaptada a la actividad académica colectiva del curso Matemática II. Su objetivo principal es cultivar destrezas como la colaboración, la comunicación, la creatividad y la curiosidad interdisciplinaria. En este sentido, López-Noguera (2005) define las metodologías activas como un conjunto de técnicas y estrategias didácticas diseñadas para lograr un aprendizaje efectivo en los alumnos, fomentando su participación en el proceso educativo.

En coherencia con las premisas anteriores, se diseña la Estrategia Metodológica de Integración Activa (EMIA) que articula formas colectivas de colaboración, modos participativos de producción de saberes y uso estratégico de tecnologías emergentes. Promueve una actitud crítica, participativa y responsable frente al aprendizaje matemático,

especialmente en el desarrollo del contenido relacionado con los volúmenes en revolución mediante el uso de la integral definida. Su propósito es consolidar sesiones de aprendizaje con dinámica colectiva, apoyando la articulación de acciones organizadas entre docentes y estudiantes para optimizar la gestión del conocimiento matemático.

Asimismo, la EMIA prioriza el empoderamiento del colectivo al facilitar procesos de asimilación, aplicación y generación de conocimientos. Este enfoque permite crear escenarios donde el grupo se convirtiera en prosumidores educativos (productores y consumidores de saberes). A través del diseño didáctico experimental, la estrategia interpreta la evolución dinámica de los roles en las actividades y su integración en el flujo de saberes culturalmente constituidos y moldeados por su desarrollo histórico-social.

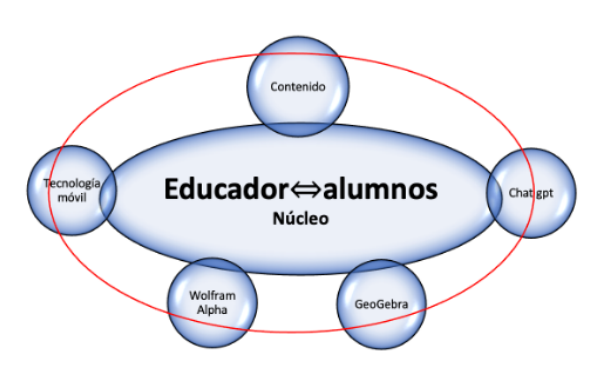
De esta manera, la EMIA se alinea con las demandas de necesidad del curso Matemática II, particularmente en el tema sólido de revolución, promoviendo prácticas educativas que fortalecen la construcción colectiva del saber y su aplicación transformadora del conocer. El conocer representa la actualización del saber, ya que el saber es una potencia de energía de fluido que evoluciona constantemente, mientras el conocer se manifiesta como un estado transitorio de esa potencia, Radford (2023).

El modelo integrador de la EMIA, en su visión hipotético deductiva, constituye un marco conceptual ajustado por la reflexión de acción colectiva; es decir, se enfoca en la importancia de aprender haciendo en colaboración con otros. Por ello, se postula que el trabajo colectivo sobre la actividad matemática debe permitir comprender la naturaleza de los conceptos disciplinares, la apropiación de su simbología, ensayar algoritmos y validar conclusiones derivadas de las implicaciones lógicas. La estrategia apunta a construir alianzas dinámicas entre educador y alumnos, basadas en roles de responsabilidad intercambiables. Este enfoque puede abrir nuevos espacios orientados a comprender cómo las interacciones activas con los recursos educativos enriquecen el proceso continuo de construcción y actualización del conocimiento matemático.

En el experimento didáctico, esta circulación de recursos se manifestó mediante la integración de herramientas tecnológicas como GeoGebra, ChatGPT, Wolfram Alpha y dispositivos móviles, apli-

cadadas al estudio del contenido matemático de los sólidos en revolución. A continuación, se presenta la Figura 1, la cual expone el Modelo Integrador desarrollado en la experiencia educativa EMIA.

Figura 1. Modelo Integrador



Nota. El núcleo lo conforma la alianza estratégica y activa del profesor con sus estudiantes, basado en el principio de labor conjunta. Esta relación genera una dinámica de prosumidores educativos, donde la acción colectiva permite la construcción y el consumo del contenido sólido en revolución, potenciando sus habilidades de aprendizaje en la mediación con los recursos: contenido, tecnología móvil, ChatGPT, Wolfram Alpha y GeoGebra.

Otro rasgo destacado en este trabajo se fundamenta en el concepto de “comunidades de prácticas compartidas” acuñado por Fandiño Pinilla (citado en D'Amore y Radford, 2017). Este término alude a la interacción sociocultural que se genera en el aula de Matemática, cuyo propósito es la construcción colectiva del conocimiento. Aunque esta postura se enfoca principalmente en el saber, para los fines de esta investigación se adapta al contexto de actualización del saber científico matemático, integrando esfuerzos cognitivos compartidos dentro de la actividad colectiva de enseñanza y aprendizaje.

En este marco, la comunidad de prácticas compartidas se clasifica en cinco categorías, cuyo orden de ejecución depende de los escenarios de imaginación y creatividad que surgen en las actividades cognitivas y culturales. Este esfuerzo colaborativo se desarrolla en el contexto de acuerdos, tareas y trabajo colectivo dentro de la dinámica de clase. Las categorías identificadas son:

1. Prácticas conceptuales: Enfocadas en la comprensión de conceptos matemáticos a fin de construir estructuras cognitivas sólidas.
2. Prácticas algorítmicas: Orientadas al desarrollo y aplicación de procedimientos mate-

máticos para estimular la habilidad de construir implicaciones lógicas consistentes.

3. Prácticas estratégicas: Dirigidas a la resolución de problemas mediante el diseño de estrategias específicas con las cuales las facultades de analizar, diseñar y desarrollar implicaciones lógicas dependan de marcos imaginativos y creativos.
4. Prácticas semióticas: Focalizadas en el uso y análisis de símbolos para representaciones matemáticas, entre ellos podemos señalar operadores, signos, reglas lógicas de contenidos.
5. Prácticas comunicativas: Relacionadas con la argumentación, discusión y explicación de ideas en el aula. Pues, se interpreta como diferentes modos expresivos para definir y demostrar el rigor formal de los objetos del saber conocer y hacer.

Según Fandiño Pinilla (citado en D'Amore y Radford, 2017), estas categorías reflejan una integración sistemática de lo cognitivo y lo cultural en la dinámica del aprendizaje colectivo, abriendo un enfoque holístico en la enseñanza de la Matemática.

4. ESCENARIO METODOLÓGICO

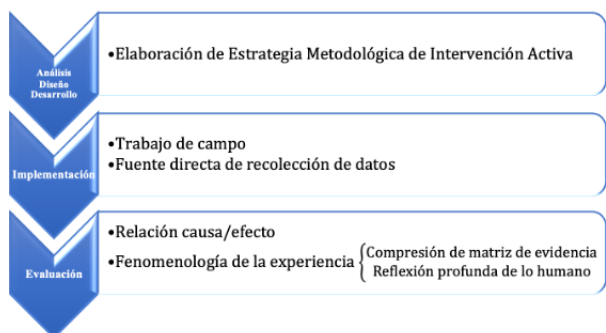
El marco metodológico se sustentó en una indagación mixta, configurada en dos componentes complementarios: un segmento cuantitativo, orientado a corroborar la intervención de EMIA en el rendimiento del estudio de volúmenes en revolución, y un segmento cualitativo enfocado en comprender las subjetividades presentes en los procesos asociados a dicho rendimiento. Esta elección se apoya en Schmidt et al. (2024), quienes, en un estudio mixto, integraron el análisis de datos medibles con la comprensión de las subjetividades involucradas durante el aprendizaje de contenidos matemáticos complejos.

Aunado a ello, se empleó un diseño holístico basado en el modelo ADDIE, cuyas fases de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación, fueron adaptadas para ofrecer una interpretación didáctica de cognición y afectividad sobre el aprendizaje de contenidos matemáticos a nivel universitario (Creswell y Creswell, 2018).

En definitiva, la metodología de enfoque mixto y diseño ADDIE caracterizan una estrategia indaga-

toria triangular concurrente, ya que tanto los componentes cuantitativos como cualitativos fueron abordados paralelamente e integrados a lo largo del proceso indagatorio. En la Figura 2 se expone el modelo metodológico del proceso indagatorio:

Figura 2. Modelo Integrador



Nota. En su fase de análisis, diseño y desarrollo se elaboró la Estrategia Metodológica de Intervención Activa (EMIA). La fase de implementación se sustentó en el desarrollo del trabajo de campo, ejecutando la EMIA en su contexto natural. Finalmente, la evaluación consistió en comprender e interpretar los hallazgos para generar formulaciones de cierre.

Por otra parte, los participantes del estudio definieron una población que estuvo conformada por todos los estudiantes matriculados en el curso de Matemática II, del ciclo III, período 202402, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Autónoma del Perú. De allí que la muestra fue el subconjunto compuesto por 26 estudiantes adscritos a la sección 46, de modalidad presencial. La selección de la muestra fue intencional y se realizó según criterio de disponibilidad administrativa, en concordancia con el objetivo de investigación y la accesibilidad de los recursos institucionales; además, consideró diferentes estrategias evaluativas en un período de cuatro semanas.

Recolección de datos

La recolección de datos se ejecuta mediante matrices de múltiples entradas, elaboradas para tabular y registrar información relevante a lo largo del desarrollo del estudio. La metodología articula componentes cuantitativo y cualitativo de forma concurrente, complementaria e integradora, en el marco de un diseño híbrido que triangula enfoques.

En el componente cuantitativo, se adopta el paradigma positivista con un diseño cuasi experimental, que permite evaluar relaciones causa efecto entre la EMIA y el rendimiento académico de los

estudiantes. En este sentido, la técnica de recolección utilizada es la aplicación de dos cuestionarios; un pretest y un posttest, ambos están sustentados en modelos de respuesta de procedimientos consistente; es decir, implicaciones lógicas finitas y sin contradicciones. El pretest aborda contenidos considerados organizadores previos -integrales definidas, Teorema Fundamental del Cálculo, cálculo de longitud de curvas y área entre dos curvas-, mientras el posttest, aplicado tras la intervención didáctica, contempla el contenido de sólido en revolución.

En el componente cualitativo, la recolección de datos se concibe como un proceso interpretativo y situado en la experiencia concreta de EMIA. Las técnicas aplicadas incluyen la observación participativa, entrevistas en profundidad, registros de notas y el uso de matrices de múltiples entradas. A continuación, se describen los momentos de la estrategia didáctica, con énfasis en la aplicación de estas técnicas para la recolección de datos vinculadas a las dimensiones subjetivas del aprendizaje:

Presentación de la actividad. Se desarrolla los lineamientos generales a través de un clima de aprendizaje empático, estimulante y alineado con el objetivo de aprendizaje: determinar el volumen del sólido de revolución empleando integrales definidas y apoyadas en el uso inteligentes de tecnologías. Por ello, se inicia la observación participante exploratoria, el registro de las reacciones iniciales en la matriz de múltiples entradas, se establece rapport guía y se ajusta la estrategia didáctica según el perfil de la situación.

Configuración de pequeños grupos. Se organiza a los estudiantes en grupos de hasta cuatro miembros, respetando sus propios criterios de selección. Se observa y documenta la dinámica de agrupación y los roles asumidos, registrando en detalle sus incidencias en notas de campo y matriz de entradas. Asimismo, se elige al estudiante clave para entrevistas posteriores, considerando su nivel de influencia y su condición de líder.

Interacción profesor y alumnos. Se desarrollan los encuentros cara a cara entre docente y estudiantes. Se intensifica la observación y los registros de evidencias de campos, empleando notas reflexivas orientadas en la matriz diseñada. Se aplican entrevistas a los estudiantes seleccionados, con el fin de validar las interpretaciones y buscar nuevas orientaciones.

Interacción entre grupos. Se observa el progreso idiosincrático del contexto estudiantil bajo un efecto deliberado: apoyo intergrupal. Se realizan entrevistas en profundidad para explorar experiencias cognitivas y colaborativas; además, se documenta la dinámica grupal mediante reflexiones guiadas por la observación sistemática.

Integración global. Se consolida la versión definitiva del concepto sólido de revolución a través de una conciencia compartida como resultado de todos los esfuerzos colaborativos de la experiencia educativa EMIA.

Análisis de datos

El tratamiento de los datos se organizó en dos roles independientes y paralelos que articuló los segmentos cuantitativo y cualitativo en un proceso de convergencia analítica. En el segmento cuantitativo, se utilizaron métodos inferenciales apoyados en las pruebas estadísticas Shapiro Wilk y t de Student, a fin de evaluar variaciones significativas entre el pretest y postest. Este procedimiento se enmarca en el paradigma positivista, cuya validez fue sustentada por la técnica juicio de experto a cargo de un jurado externo con grado de Doctor en Educación. El pretest fue aplicado antes de la intervención didáctica y sometida a la prueba de Shapiro Wilk, una vez verificado el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba t de Student para muestras pareadas, dado que se trató de dos mediciones paramétricas a un grupo fijo caracterizado por distribución normal en dos momentos distintos. La dinámica estadística desarrollada permite estimar magnitud y dirección del cambio producido tras la intervención didáctica (Sánchez, 2015).

En el segmento cualitativo, las acciones indagatorias se rigieron por principios éticos, asegurando el respeto, la confiabilidad y el consentimiento informado de los participantes. En este sentido, el procesamiento de los datos registrados fue tratado mediante una matriz de evidencia que permitió repensar, visualizar y cruzar categorías. La secuencia analítica realizada consolidó una dimensión espiral, caracterizado por avances y retrocesos en las acciones, lo cual implicó descubrir categorías ocultas en los patrones vivenciales. Pues, la intención indagatoria era comprender la realidad inductiva situada en su dimensión humana: el por qué y el para qué de las intenciones, así como los estados emocionales del querer, desear y sentir.

Cabe señalar que, en el segmento cualitativo se empleó la estrategia fenomenológico hermenéutico para el análisis de las observaciones y entrevistas en profundidad. Este enfoque se apoya en Van Manen (2003), quien concibe la investigación hermenéutica en educación como un proceso reflexivo de práctica situada orientada a comprender e interpretar las relaciones académicas mediante un movimiento dialéctico que atribuye significado, sentido y valor a la experiencia vivida.

Desde esta perspectiva, el estudio se inicia con la codificación abierta de hechos sobre las tareas, procedimientos, nociones matemáticas y todo tipo de objeto significativo que se vinculara con la estrategia. Posteriormente, se organiza la codificación axial que, junto con la matriz de evidencia, permite conectar conceptos interdependientes. En este nivel de análisis, se construye el fenómeno objeto de comprensión, al cual se aplican reflexiones dentro de un círculo hermenéutico, cuyo flujo dinámico de transformaciones dialécticas coexisten en el siguiente esquema modular: ideas→sentido→legitimación→comprensión→ideas, la Figura 3 ilustra lo descrito:

Figura 3. Círculo hermenéutico



Nota. La idea fuerza se origina en la identificación de una categoría inicial, codificación abierta. Luego, se le triangula con otras categorías con el fin de descubrir relaciones o patrones emergentes, codificación axial. Los sentidos y razones identificados en la fase de búsqueda son debatidos y contrastados juntos a los actores involucrados, con el fin de alcanzar consensos compartidos. A partir de allí, se establece una referencia teórica que orienta nuevas reflexiones, permitiendo depurar sentidos en reconstrucciones que expresen el verdadero sentir de la experiencia.

La trayectoria dinámica del círculo detiene su flujo dialéctico al alcanzar una conciencia consensuada del colectivo, que marca la saturación de los datos. Este proceso se reflexiona de manera reiterativa hasta llegar a su cierre, quedando sujeto a las evidencias proporcionadas por los datos cualitativos. A medida que evolucionan las técnicas y métodos en la EMIA, los datos también lo hacen, en coherencia con el carácter centrado en las actividades académicas.

En este sentido, Radford (2020) sostiene que las interacciones entre profesores y alumnos son esfuerzos que convergen en formas colectivas de tareas conjuntas y construcciones de sujetos históricos y culturales.

Se reitera que el objetivo fue comprender las categorías a través de los círculos hermenéuticos, reflexionando sobre los sentidos y significados de las actividades, acciones y tareas de los protagonistas: el docente y los estudiantes en el contexto académico.

5. HALLAZGOS Y DISCUSIÓN

El elemento de sensibilidad didáctica que origina esta investigación es el indicador educativo del curso Matemática II, sección 46, cuya primera medición evidencia un promedio aritmético de 7, con 23 alumnos reprobados. Ante esta situación, se diseña la EMIA para superar el problema de los estudiantes reprobados y analizar el significado de las actividades formativas involucradas con la intervención didáctica. Esta estrategia permite revertir la tendencia inicial: de 3 aprobados en el pretest se alcanza un total de 23 aprobados en el postest, revelando un cambio sustantivo en la dinámica académica.

La EMIA comprende cuatro (4) encuentros presenciales y cinco (5) virtuales. Los presenciales se orientan tanto al desarrollo de actividades formativas como estrategias de evaluación y medición en desempeños académicos. Las interacciones virtuales, por su parte, se centra en actos educativos esencialmente formativos, articulando modalidades sincrónicos y asincrónicos, además de incorporar atención personalizada mediante tecnología móvil y encuentros presenciales complementarios.

El tratamiento de los datos se estructura en dos componentes: cuantitativo y cualitativo, integrados en el dominio de una lógica complementaria. Ambos se cohesionaron en una fase de profunda reflexión, en la que los hallazgos estadísticos y las interpretaciones hermenéuticas confluyeron para brindar una comprensión integral del fenómeno educativo abordado.

5.1 Componente cuantitativo

Los datos evidencian una mejora significativa en

el rendimiento académico de los estudiantes tras la aplicación de la estrategia EMIA. Como se observa en la Tabla 1, la media aritmética del pretest es de 7.00 (DE = 3.20), mientras que la del postest aumenta a 16.39 (DE = 4.24), lo que constituye un incremento sustancial en el desempeño. Además, la mediana y la moda reflejan un comportamiento similar al de la media, lo que robustece la consistencia de la tendencia central.

En referencia a la verificación de normalidad, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, cuyos resultados revelan un valor $p = 0.478$ para el pretest, lo cual es superior al umbral de 0.05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, concluyéndose que los datos se ajustan a una distribución normal. Evidencia que justifica el uso de pruebas paramétricas para el análisis inferencial.

Posteriormente, se llevó a cabo una prueba t de Student para muestras apareadas, con el propósito de determinar si existían diferencias significativas entre las calificaciones obtenidas antes y después de la intervención didáctica. El valor obtenido fue $t(25) = 8.14$, con un valor de $p < 0.001$, indicando una diferencia estadísticamente significativa entre ambas mediciones. Esta evidencia cuantitativa respalda la hipótesis alternativa, que sostiene que la intervención EMIA tiene un impacto positivo en el rendimiento estudiantil.

En definitiva, los resultados muestran un efecto notable de la estrategia metodológica aplicada, tanto en términos de puntuaciones como de significación estadística, confirmando la efectividad de la EMIA como un recurso andragógico transformador en el contexto universitario.

A continuación, se muestra la Tabla 1, la cual se encuentra dividida en dos secciones, cada una debidamente subtitulada, que presenta los estadísticos descriptivos e inferenciales correspondientes:

Tabla 1. Estimadores descriptivos y normalidad

	Pre Test	Post Test
N	26	26
Media	7.00	16.3
Mediana	7.00	17.0
Moda	7.00	16.0
Desviación estandar	3.20	4.24
Valor p de Shapiro-Wilk	0.478	<.001

Pueba t Student para muestras apareadas					
			estadístico	gl.	p
Post test	Pre Test	t de Student	0.14	25.0	<.001

Nota. Elaborado por el docente investigador con Jamovi (versión 2.3). $H_a \mu \text{Medida 1} - \text{Medida 2} \neq 0$

La Tabla 1, en su sección de estimadores descriptivos y normalidad, presenta los valores descriptivos del pretest y posttest. La media en el pretest es $M = 7.00$, con una desviación estándar (DE) = 3.20, mientras que en el posttest incrementa positivamente a $M = 16.39$, con $DE = 4.24$. Esto indica un incremento notable de 9.39 puntos en el promedio general tras la implementación de la estrategia EMIA. La mediana y moda (ambas = 7 en el pretest; 17 y 16 respectivamente en el posttest) confirman que la distribución de los puntajes se desplazó hacia valores más altos luego de la intervención.

La prueba de Shapiro-Wilk, aplicada a los datos del pretest, muestra un valor de $p = 0.478$, superior al umbral $\alpha = 0.05$, lo que indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la normalidad de los datos. Esto justifica el uso de análisis paramétricos. En cambio, el valor de $p < .001$ en el posttest indica una posible desviación de la normalidad; sin embargo, dado el tamaño de la muestra ($n = 26$) y el enfoque robusto del t de Student para muestras relacionadas, este análisis sigue siendo apropiado (Field, 2018).

Tabla 1 en su sección de Prueba t Student para muestras apareadas, se presenta el valor estadístico $t(25) = 8.14$, con un nivel de significancia $p < 0.001$, lo que indica que existe una diferencia significativa entre los puntajes del pretest y posttest. Esto permite rechazar la hipótesis nula de

igualdad de medias y afirmar que la intervención tuvo un efecto estadísticamente significativo en el rendimiento académico.

5.2 Componente cualitativo

El componente cualitativo constituye un módulo complementario e integrador que aportó valor agregado a los datos cuantitativos medidos y registrados durante la experiencia de la EMIA. Entre los aspectos más destacados se incluyen categorías vinculadas a los recursos tecnológicos y a los diversos textos que reflejan manifestaciones socioculturales en un contexto espacio-temporal particular. Las interacciones observadas resultan de especial interés para el análisis de la producción colectiva del conocimiento educativo generado durante la implementación.

En este marco, el uso de herramientas tecnológicas adquiere un rol importante en la configuración de experiencias didácticas significativas. Especialmente, la incorporación de GeoGebra, Wolfram Alpha y ChatGPT representan una estrategia clave para dinamizar la representación y comprensión de objetos matemáticos complejos, desde una perspectiva visual e interactiva.

GeoGebra es un programa matemático que permite estudiar objetos geométricos mediante álgebra computacional y facilita la elaboración de construcciones interactivas. Su uso en la EMIA posibilita la creación de representaciones visuales dinámicas y versátiles. La experiencia se desarrolla en dos escenarios singulares: la construcción de regiones convexas en el plano y la animación de sólidos de revolución en el espacio.

En relación a las superficies de la región plana, GeoGebra facilita la comprensión y consolidación de contenidos algebraicos a través de una perspectiva visual. Además, resulta ser una excelente herramienta para estudiar y analizar el área entre dos curvas desde una óptica controlada y animada visualmente.

Por su parte, el análisis del sólido de revolución en el espacio se realiza mediante animaciones que mostraban la progresión gradual de la construcción. Estas animaciones, vistas desde diferentes ángulos, permiten identificar la propiedad de contención de los cuerpos. En este contexto, los estudiantes comprenden que el volumen es una cualidad inherente a los objetos tridimensionales, al percibir su capacidad de contener algo en su interior.

El empleo de GeoGebra genera un impacto significativo, captando la atención y favoreciendo procesos de abstracción de conocimientos geométricos en los estudiantes. Esta práctica reflexiva sobre los objetos matemáticos se enfoca en el análisis de propiedades emergentes del movimiento, promoviendo una educación visual efectiva. Así, se facilita la comprensión de contenidos, objetos, propiedades y límites espaciales asociados a los sólidos de revolución.

El recurso Wolfram Alpha constituye una potente herramienta computacional sustentada en algoritmos de inteligencia artificial, que en la experiencia aporta dos aspectos formativos y un aspecto de reflexión permanente. Los aspectos formativos permiten desarrollar interacciones en prácticas algorítmicas y estrategias resolutorias de las integrales definidas. Estas se articulan de manera significativa con los análisis visuales generados, tanto en los desempeños manuales (mediante técnica de papel y lápiz) como en las representaciones gráficas de alta resolución y precisión matemática ofrecidas por el software GeoGebra.

Wolfram Alpha se revela como una herramienta poderosa al resolver integrales definidas y mostrar de manera transparente los procedimientos asociados a los ejercicios de sólido de revolución. Su utilidad trasciende la resolución puntual de problemas, pues también orienta procesos creativos y reflexivos dentro del colectivo de trabajo. Las conclusiones consensuadas evidencian que el análisis de las implicaciones derivadas de los modelos de respuesta simbólicos generados Wolfram Alpha enriquece el espacio de aprendizaje, al fomentar una cualidad cognitiva consciente sobre la consistencia de las implicaciones lógicas. Asimismo, esta práctica introspectiva promueve la construcción cognitiva de propuestas creativas en cuadros de ensayo matemático, impulsando una exploración continua de nuevas ideas.

La reflexión permanente constituye un rasgo distintivo de este proceso consciente del uso de tecnologías educativas sobre el pensamiento matemático. Las demostraciones y esquemas argumentativos con base axiomática no se limitan a satisfacer demandas inmediatas de resolución, sino que se proyectan hacia la consolidación de estructuras de pensamiento más profundas. Este enfoque permite no solo resolver problemas, sino también cuestionar y revisar continuamente la consistencia lógica de las soluciones propuestas.

De este modo, el proceso de consulta no culmina con las respuestas emitidas por la herramienta, sino que genera un ciclo abierto y dinámico de aprendizaje, caracterizado por la revisión iterativa y la construcción sostenida del conocimiento matemático.

En paralelo, ChatGPT se presenta como un asesor inmediato y versátil, basado en el modelo de lenguaje GPT-3.5 desarrollado por Open AI. Su función principal consiste en generar texto coherente y relevante, facilitando la comprensión de principios y fundamentos vinculados a objetos y algoritmos matemáticos. En particular, ofrece explicaciones detalladas sobre los métodos de disco, arandela y capas cilíndricas, y gracias a su amplia base de dato, extiende el alcance de la asesoría personalizada por perspectivas múltiples con asociaciones cruzadas.

Las prácticas vinculadas a conceptos, algoritmos, estrategias y consideraciones semióticas proporcionan orientaciones valiosas para el análisis, aunque sus respuestas no son aceptadas de manera automática. Por el contrario, cada aporte se somete a una evaluación crítica dentro de las discusiones grupales, fundamentando las decisiones de avance. Por ejemplo, ante la consulta sobre el creador del método de integración por partes, ChatGPT atribuye el crédito a Bernoulli, mientras que la historiografía matemática reconoce a Taylor. Este error, lejos de debilitar la herramienta, incentiva la validación colectiva, fomenta el debate académico, impulsa la consulta cruzada con otros grupos y concluye con el contraste de información junto al docente investigador.

La toma de decisiones definitiva se construye a partir de múltiples consensos, lo que otorga un valor significativo no solo al experimento didáctico, sino también a la formación profesional con sentido de pertinencia social. En este contexto, el autor infiere que la actividad profesional del Ingeniero de Sistemas se centra en el diseño de soluciones óptimas a necesidades específicas mediante estudios interdisciplinarios. Este proceso, sustentado en datos y consensos colaborativos, se constituye en una herramienta clave para desarrollar habilidades de toma de decisiones a nivel operativo, táctico y estratégico.

Singularmente, la experiencia pudo redimensionar la herramienta ChatGPT como un aporte de apoyo que puede trascender los límites académicos, promoviendo un aprendizaje reflexivo, colaborati-

vo y con proyección profesional.

La activación interna de participación en cada grupo generó un efecto cascada que trascendió hacia otros colectivos, evidenciando el carácter históricamente social y cultural de los seres humanos. Un aspecto singular de este proceso fue la creación de una corriente dialéctica, caracterizada por un análisis profundo de los contenidos, una revisión retrospectiva de los algoritmos y una toma de decisiones fundamentada en premisas que optimizaron la eficiencia de las estrategias. Asimismo, se destacó un uso enriquecido de la semiótica en los operadores y objetos matemáticos,

lo que fortaleció las formas expresivas para comunicar, de manera consistente, los resultados académicos relacionados con el cálculo de sólidos de revolución.

En conjunto, se articuló un entramado de acciones dinámicas y participativas, promovidas por el entusiasmo compartido del grupo. Durante el proceso se registrando cuidadosamente la armonía emergente en las interacciones grupales. En la Tabla 2 se presenta la síntesis definitiva de la matriz de análisis cualitativo, que recoge los hallazgos emergentes y las reflexiones construidas desde la perspectiva interpretativa.

Tabla 2. Análisis cualitativo

Etiqueta	Descripción	Interpretación	Aproximación Teórica
Formas colectivas de colaboración	Demuestra compromiso, responsabilidad y apoyo empático en la realización de tareas coordinadas con otros, contribuyendo al cumplimiento de actividades de aprendizaje	Conciencia de intención compartida para conquistas de logros comunes	Estimación de acción didáctica para realizar tareas intelectuales exigentes con altos niveles de participación en la comunidad de prácticas compartidas
Producción de conocimiento	Creación de obras académicas como consecuencias de productos consensuados de la actividad labor conjunta	Productos académicos conscientes logrados mediante esfuerzos de desempeños, entre la cuales se destacan: post test y perfiles de aprendizajes documentados	Promueve una transformación dialéctica del aprendizaje orientada a la construcción del 'saber ser', con proyección hacia el desarrollo de competencias y su reconocimiento como fuerza vital que dinamiza los demás ejes transversales: saber convivir, saber hacer y saber conocer.

La matriz cualitativa sintetiza los hallazgos asociados a las categorías emergentes formas colectivas de colaboración y producción consciente de conocimiento, caracterizadas por prácticas dialógicas y socialmente situadas. De acuerdo con Radford (2023), el aprendizaje matemático se concibe como una praxis cultural en la que los sujetos se constituyen en la interacción colectiva. En este marco, la EMIA favorece una transformación del saber ser, que articula las competencias del saber hacer, saber convivir y saber conocer, en coherencia con perspectivas de carácter social, cultural e histórico. Este proceso se sustenta en una ética de la colaboración, que activa reflexiones dialécticas y colectivas sobre el sentido transformador del aprender.

Finalmente, se incluyó una tarea de valor agregado no prevista en la planificación inicial, pero que surgió como un aspecto de interés durante el cur-

so investigativo. Se determina analizar la relación entre las formas colectivas de colaboración y los desempeños académicos generados. En dirección a este propósito, se evalúa las mediciones de los test, categorizadas en variables nominales. Luego, se aplicó la prueba de Chi Cuadrado con un nivel de significancia del 95%, obteniendo un valor p igual a 0.001. En función de este resultado, se rechaza la hipótesis nula.

El análisis estadístico de la Tabla 3 muestra la prueba de Chi Cuadrado, el cual reveló una asociación significativa entre las formas colectivas de colaboración y el rendimiento académico [$\chi^2(1, N = 26) = 10.1, p = 0.001$]. Esto indica que la participación activa y coordinada en procesos colaborativos influye positivamente en los resultados académicos de los estudiantes, corroborando la importancia del trabajo colectivo en contextos educativos (Radford, 2023).

Tabla 3. Matriz de contingencia

Post	Pre		Total
	A-Aplazados	AP-Aprobados	
A-Aplazados	1	2	3
AP-Aprobados	22	1	23
Total	23	3	26
Pruebas de χ^2			
	Valor	Gl	p
χ^2	10.1	1	0.001
N	26		

Nota. Elaborado por el docente investigador con Jamovi (versión 2.3)

La evidencia sugiere que fortalecer las dinámicas grupales puede potenciar el aprendizaje y la consecución de objetivos académicos, en línea con enfoques andragógico universitario que enfatizan la interacción social como condición decisiva para el desarrollo cognitivo y formativo.

6. CONCLUSIONES

El reporte final se estructuró en dos orientaciones guías: la primera, evaluar la efectividad de la EMIA en el aprendizaje del cálculo de sólidos en revolución empleando integrales definidas con asistencia tecnológica; la segunda, interpretar el significado hermenéutico presente en las actividades culturales asociadas a la EMIA.

En cuanto a la efectividad de la EMIA, el análisis estadístico confirma que los datos del pretest presentan una distribución normal. A partir de esta verificación, se aplica la prueba t de Student para muestras relacionadas, considerando las mediciones obtenidas antes y después de la intervención didáctica. Los resultados certifican diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos momentos.

Tras el análisis inferencial mencionado en el párrafo anterior, se infiere que la diferencia estadística de las dos medias, pre y post test, realizadas a la muestra se deba a la influencia o efecto de la EMIA dentro del experimento didáctico, específicamente, el marcado sentido positivo a favor de la intervención didáctica implicó mejores puntuacio-

nes en el estudio del contenido matemático sólido en revolución.

El enfoque cualitativo evidencia que, a medida que aumentaba la sociabilidad y la colaboración entre los estudiantes, mejora la comprensión y fijación del conocimiento matemático construido mediante un colectivo comprometido con su responsabilidad de aprender.

El hallazgo de correlación positiva entre el trabajo colectivo participativo y sus productos académicas se potencia en la dinámica de labor conjunta, donde el diálogo, la empatía y la corresponsabilidad académica funcionan como catalizadores del aprendizaje. En este contexto, la EMIA se consolida como un dispositivo didáctico que articula lo cognitivo con lo social, permitiendo que la construcción del conocimiento del contenido sólido en revolución emerja de interacciones significativas, culturalmente situadas y éticamente comprometidas con el desarrollo colectivo.

Otro rasgo relevante lo constituyen los vectores de la ética comunitaria que emergen en las interacciones colectivas participativas. En la experiencia de la EMIA, estos vectores se afirman en las formas en que los estudiantes se vinculan a través de relaciones de interdependencia social, donde se construyen y resignifican los sentidos de la labor conjunta. La experiencia muestra que el estar junto marca el inicio, pero no se reduce a ella: su génesis es un entramado antropológico de cuidado, responsabilidad y reconocimiento recíproco dentro del colectivo. Así, la actividad matemática redescubre su aprendizaje en una praxis cultural situada, donde los sujetos se co producen en comunión con los otros, encarnando una ética del aprender juntos (Radford, 2023).

Lo más importante es que, a través de la colaboración, se consolidó una comunidad de prácticas colectivas en el marco del contenido sólido de revolución, lo cual favorece el desarrollo de habilidades formativas y permite comprender conceptos y definiciones, creando un contenido más sólido y actualizado.

La experiencia demuestra que las tecnologías educativas no son imparciales ni neutras. Pueden ser una herramienta poderosa que apoye a las expectativas educativas y se convierta en un aliado estratégico para los procesos de aprendizaje, siempre y cuando estén basadas en criterios de sensibilidad social, responsabilidad y reflexión

crítica por parte de quienes las emplean.

La EMIA demostró el impacto de las herramientas tecnológicas, como el software educativo GeoGebra, en las actividades formativas, destacando su capacidad para representar visualmente los sólidos en revolución. Se constató que GeoGebra transformó el "mirar con asombro" en una "observación científica", permitiendo al colectivo de profesores y alumnos minimizar los elementos distractores y aumentar la curiosidad científica en las visualizaciones.

Además, la integración de GeoGebra con Wolfram Alpha y ChatGPT mejoró las estrategias de resolución, refinando el proceso de toma de decisiones para la reconstrucción y actualización del contenido matemático, sólido en revolución. La combinación de estas herramientas favoreció la reflexión matemática y la formulación de proposiciones formales, mientras que promovía un entorno de creatividad e imaginación en los estudiantes.

La experiencia de la EMIA probó el éxito de la colaboración compartida entre estudiantes y profesor. Pues, su éxito se alcanzó gracias al trabajo conjunto y al uso inteligente de las tecnologías por parte de los actores educativos. El docente investigador nos invita a ser acucioso, crítico y mantener una mente abierta, enfatizando que las tecnologías, por sí solas, constituyen un plan desencaminado sin sensibilidad social. Pero, cuando se emplean con un propósito claro, se convierten en herramientas clave para el aprendizaje.

6. REFERENCIAS

- Bernal, A., Toapanta, M., Martínez, M., Correa, J., Ortiz, A., Guerra, I. y Molina, R. (2024). Aprendizaje Basado en Role-Playing: Fomentando la Creatividad y el Pensamiento Crítico desde Temprana Edad. *Ciencia Latina*, 8(4), 1437–1461. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12389
- Cabero, J. (2020). Covid-19: Transformación radical de la digitalización en las instituciones universitarias. *Revistas Campus Virtuales*, 9(2), 25-34.
- Committee on STEM education. (2018). Charting a course for success: America's strategy for STEM education. National Science & Technology Council. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED590474>
- Creswell, J., y Creswell, J. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE.
- D'Amore, B. y Radford, L. (2017). Énfasis: Enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Díaz, V., Salazar, I., y López, R. (2023). Steam: Una breve conceptualización de una metodología orientada al desarrollo de competencias del siglo XXI. *Revista Educare*, 23(2), 73-91. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v27i2.1916>
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Sage.
- Garzón Ponce, F. D., Pachacama Singo, M. L., Moscu Flores, A. B., León Vásquez, G. M., Reinoso Pinargote, N. P., y Arellano Pozo, K. M. (2025). Estrategias Innovadoras para la Enseñanza de Matemáticas en la Educación Superior. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6(1), 35–51. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i1.390>
- González-García, L. (2024). Innovación docente y metodologías activas: Conceptos y relaciones. *Revista Iberoamericana de Innovación Educativa y Docencia*, (8), 1-12. <https://doi.org/10.58663/riied.vi8.170>
- Jimenez Bajaña, S. R., Diana Anabel, P. S., Perez Baquerizo, M. E., Diana Josefina, T. A., Angulo Paredes, O. P., y Crespo Peñafiel, M. F. (2024). Innovación en la Enseñanza de Matemáticas en la Educación Superior Estrategias Didácticas Efectivas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 19-35. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.14480
- López-Noguera, F. (2005). *Metodologías participativas en la enseñanza universitaria*. Narcea S.A. de ediciones.
- Radford, L. (2012). Education and the illusions of emancipation. *Educational Studies in Mathematics*, 80(1), 101-118. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9380-8>
- Radford, L. (2014). De la teoría de la objetivación. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 132-150. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274031870010>
- Radford, L. (2018). Algunos desafíos encontrados en la elaboración de la teoría de la objetivación. *PNA*, 12(2), 61-80. <https://doi.org/10.30827/pna.v12i2.6965>
- Radford, L., y Lasprilla, A. (2020). De porqué la ética es ineludible de considerar en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *La matematica e la sua didattica*, 28(1), 107-128. www.luisradford.ca/pub/2020%20-%20Radford%20&%20Herrera%20Etica%20Matematica%20sua%20Didattica.pdf
- Radford, L. (2020). Un recorrido a través de la teoría de objetivación. En S.T. Gobera y L. Radford (Eds). *Fundamento para el aprendizaje de la ciencia Matemática*, (pp. 15-42). Editora Livraria da Física.
- Radford, L. (2021). La ética en la teoría de la objetivación. [Ethics in the theory of objectification]. In L. Radford y M. Silva Acuña (Eds.) *Ética: Entre educación y filosofía* (pp. 107-141). Universidad de los Andes.
- Radford, L. (2023). La teoría de Objetivación: Una perspectiva vygotskiana sobre saber y devenir en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. Ediciones Uniandes UED, Colección en Educación Matemática.
- Robles-Ramírez, A. J. (2024). Enfoque STEM en la educación universitaria: estrategias activas para resolver problemas reales. *Sage Sphere of Technology, Sciences, Discoveries And Society*, 2(2). <https://sagespherejournal.com/index.php/SSTSDS/article/view/35>.
- Sánchez, R. (2015). t-Student. Usos y abusos. *Revista Mexicana de Cardiología*, 26(1), 59-61. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmc/v26n1/v26n1a9.pdf>
- Schmidt, A., Rakes, C., Bush, S., Ronau, R., Soni, S., Fisher, M., Amick, L., Viera, J., y Sofi, F. (2024). Mathematics Discourse in Secondary Teacher Candidates' Lessons: A Mixed Methods Analysis. *Education Sciences*, 14(12); <https://doi.org/10.3390/educsci14121286>
- Van Manen, M. (2003). *Investigación educativa y experiencia vivida. Ciencia humana para una pedagogía de la acción y de la sensibilidad*. Idea Books.