

METODO 4MAT EN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE MATEMATICAS EN ESTUDIANTES DE ODONTOLOGIA, UNICA 2024

4MAT METHOD IN THE SIGNIFICANT LEARNING OF MATHEMATICS IN DENTISTRY STUDENTS, UNICA 2024

*Pereira-Ortega, José Martín*¹ <https://orcid.org/0009-0009-0970-8500>, *Mendoza-Casanova, José Jesús*² <https://orcid.org/0009-0006-9968-1986>, *Gutiérrez-Aburto, René Alfonso*³ <https://orcid.org/0000-0001-6322-6494>

¹Lic. Ciencias de la Educación con Mención en Física Matemática, UNAN, Managua, maestrante en Maestría en Gestión de la Educación, Facultad de Humanidades de la Universidad Católica Redemptoris Mater, Nicaragua, ² Máster en Docencia Universitaria, UAB, España, Doctor en Matemáticas Aplicadas, UNAN, Managua, ³ Médico Epidemiólogo y Salubrista Público, Doctorando en Doctorado Ciencias de la Salud, CIES- UNAN Managua, *Autor por correspondencia: jpereira2@unica.edu.ni*

Declaración de conflicto de intereses: Los autores han declarado que no existen ningún conflicto de interés.

Aceptado

Resumen

Esta investigación analizó el impacto del Método 4MAT (del inglés fourmatch) en el aprendizaje significativo de Matemática Básica entre estudiantes de Odontología en la Universidad Católica Redemptoris Mater, durante el primer semestre de 2024. Utilizando un enfoque mixto y un diseño observacional descriptivo de corte transversal, la muestra fue obtenida por conveniencia, y se empleó una encuesta tipo Likert como instrumento de recolección de datos, validada con un alfa de Cronbach de 0.9, asegurando la confiabilidad de los resultados.

Durante el primer parcial, los estudiantes fueron instruidos con el método tradicional, obteniendo un rendimiento promedio del 86%. Este rendimiento indicó que el método tradicional no logró cubrir adecuadamente las necesidades de aprendizaje, limitando la comprensión de los contenidos. Sin embargo, en el segundo parcial se implementó el método 4MAT, alcanzándose un rendimiento del 100% de aprobación, lo cual reflejó una mejora significativa. Estos resultados sugieren que el 4MAT crea un entorno de aprendizaje dinámico y adaptable, adecuado para los distintos estilos de aprendizaje, promoviendo un éxito académico pleno.

En conclusión, el método 4MAT facilitó una conexión efectiva entre teoría y práctica en la enseñanza de matemáticas para odontología, mejorando tanto la comprensión como la participación de los estudiantes mediante ejemplos prácticos y un ambiente interactivo. El rendimiento académico aumentó del 79% al 100%, superando los desafíos técnicos iniciales gracias al apoyo adecuado. A partir de estos hallazgos, se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar el impacto a largo plazo del 4MAT en la educación matemática en carreras de ciencias de la salud.

Palabras Claves: Método 4MAT, aprendizaje significativo, matemáticas en odontología, educación innovadora, aula invertida

Abstract

This research analyzed the impact of the 4MAT (fourmatch) Method on meaningful learning of basic mathematics among dentistry students at the Catholic University Redemptoris Mater, during the first semester of 2024. Using a mixed approach and a cross-sectional descriptive observational design, the sample was obtained by convenience, and a Likert-type survey was used as the data collection instrument, validated with a Cronbach's alpha of 0.9, ensuring the reliability of the results.

During the first partial period, students were instructed with the traditional method, obtaining an average performance of 86%. This performance indicated that the traditional method did not adequately cover the learning needs, limiting the comprehension of the contents. However, in the second partial, the 4MAT method was implemented, achieving a 100% pass rate, which reflected a significant improvement. These results suggest that the 4MAT creates a dynamic and adaptive learning environment, suitable for different learning styles, promoting full academic success.

In conclusion, the 4MAT method facilitated an effective connection between theory and practice in teaching mathematics for dentistry, improving both student understanding and engagement through practical examples and an interactive environment. Academic performance increased from 79% to 100%, overcoming initial technical challenges with appropriate support. Based on these findings, further studies are recommended to evaluate the long-term impact of 4MAT on mathematics education in health science careers.

Key words: 4MAT method, meaningful learning, mathematics in dentistry, innovative education, flipped classroom.

I- Introducción

Esta investigación estudió cómo el método 4MAT mejora el aprendizaje de matemáticas básicas en estudiantes de odontología de la Universidad Católica Redemptoris Mater. El método 4MAT facilita que los estudiantes comprendan mejor la teoría matemática y la apliquen eficazmente en su práctica clínica. El objetivo es crear e implementar un plan de enseñanza que utilice las etapas del 4MAT, que ayudan a los estudiantes a aprender de manera más efectiva y significativa, adaptándose a sus diferentes estilos de aprendizaje.

Actualmente, el sistema educativo requiere métodos que conecten el conocimiento teórico con la práctica real, como el 4MAT. Este enfoque permite a los estudiantes aplicar las matemáticas en tareas comunes de la odontología, por ejemplo, al calcular la cantidad de anestesia adecuada según el peso de un paciente, ajustar mezclas de materiales dentales o calcular áreas para tratamientos ortodónticos. Este método no solo mejora la comprensión matemática, sino que también asegura que los estudiantes estén mejor preparados para situaciones reales en su futura práctica profesional. Con el 4MAT, se espera no solo mejorar los resultados académicos, sino también preparar de manera práctica a los futuros odontólogos.

Este informe presenta una investigación sobre la aplicación del método 4MAT en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes de odontología, abordando desafíos actuales en educación, como la necesidad de enfoques más integradores y adaptados a diversos estilos de aprendizaje. Comienza con una revisión de los principios del 4MAT, estableciendo un marco teórico sólido que conecta teoría y práctica de manera efectiva. Luego, se detalla el marco metodológico, que incluye un diseño observacional descriptivo de corte transversal con un enfoque mixto y técnicas de recolección de datos que permiten evaluar la eficacia de la metodología. Los resultados obtenidos muestran el impacto del 4MAT en el rendimiento académico, destacando cómo facilita la comprensión teórica y la aplicación práctica en contextos clínicos. Finalmente, se ofrecen conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones, proporcionando herramientas prácticas que abordan los desafíos educativos actuales, como la motivación y la adaptación a entornos de aprendizaje cada vez más diversos y tecnológicos, asegurando así una formación integral para los futuros profesionales de la salud.

Pregunta de investigación

¿Cómo influye la aplicación del método 4MAT en el aprendizaje significativo de matemática básica en los estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad Católica Redemptoris Mater durante el primer semestre de 2024?

II- Material y Métodos

Tipo de Estudio: Este es un estudio observacional, descriptivo transversal con un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), realizado entre marzo de 2023 y marzo de 2024.

Población y Muestra: Para este estudio la población correspondió a 96 estudiantes de primer año de la carrera de Odontología en la Universidad Católica Redemptoris Mater, quienes cursaron la asignatura de Matemática Básica durante el primer semestre de 2024. No obstante, se decidió trabajar con una muestra por conveniencia de 22 estudiantes, seleccionados debido a factores logísticos y prácticos que limitaban el acceso a toda la población. Este tipo de muestreo fue elegido considerando la

viabilidad de implementar la intervención en un grupo reducido, dado el tiempo, el espacio y el acceso disponible al investigador.

La elección de esta muestra por conveniencia permitió realizar el estudio de manera controlada y factible, dado que la implementación de los principios del método 4MAT requería condiciones específicas que serían más manejables en un grupo pequeño. Este enfoque facilitó un análisis más profundo y enfocado en la experiencia de los estudiantes seleccionados, maximizando los recursos disponibles y ajustando la investigación a los límites logísticos.

La estrategia de muestreo utilizada, aunque no probabilística, resulta válida en este contexto, ya que responde a la necesidad de adaptar la investigación a la realidad del entorno y las posibilidades del investigador. Esta selección permitió evaluar de manera efectiva el impacto del método 4MAT en el aprendizaje de Matemática Básica en un entorno controlado, obteniendo información útil y aplicable para futuros estudios con muestras más amplias, con los cuales se trabajaron los enfoques cuantitativos y cualitativa.

Para este enfoque cuantitativo se trabajaron con los siguientes criterios de inclusión:

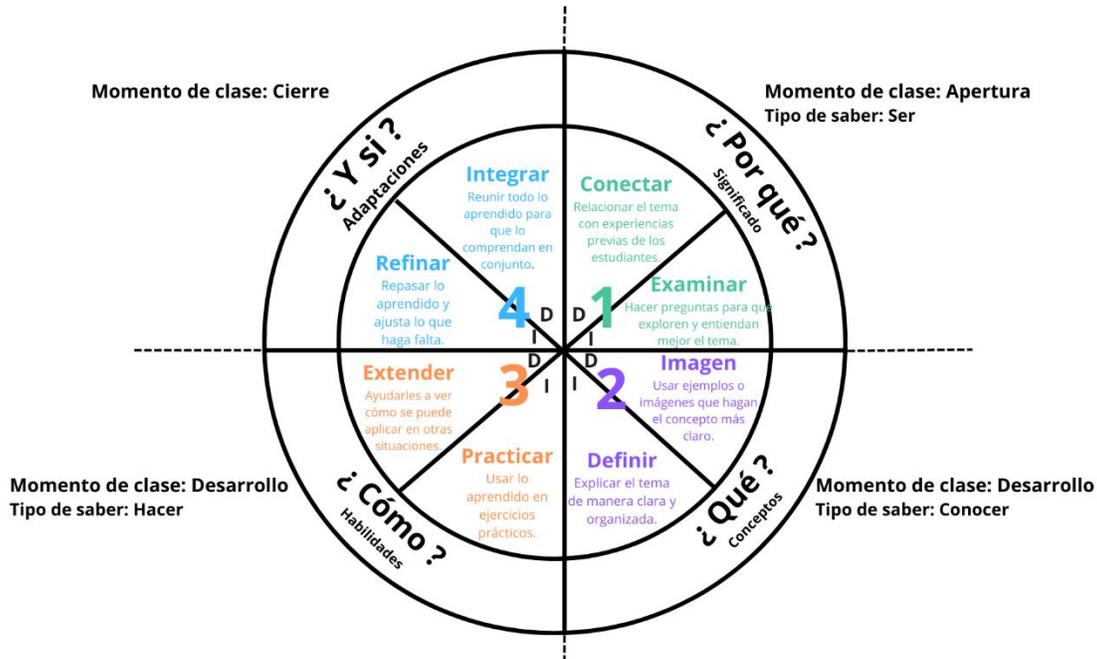
- Estudiantes del I año de la carrera de Odontología.
- Estudiante Activo.
- Cursando el I semestre 2024.
- Participación activa en la asignatura de matemática básica.

El modelo 4MAT, desarrollado por Bernice McCarthy, se basa en teorías de Dewey, Kolb y Jung, y busca equilibrar las tensiones entre experiencia y conceptualización para promover un aprendizaje integral. Este modelo organiza el proceso de enseñanza en un ciclo de ocho pasos que permite a los estudiantes experimentar, reflexionar, conceptualizar y aplicar los conocimientos. Al conectar teoría y práctica, el 4MAT facilita que los estudiantes se involucren activamente en su propio proceso de aprendizaje y comprendan el contenido en función de sus necesidades individuales. La metodología permite además una enseñanza dinámica, donde los estudiantes construyen su propio significado de lo aprendido, integrando experiencias concretas y conceptualizaciones abstractas.

El 4MAT organiza los estilos de aprendizaje en cuatro categorías: imaginativos, analíticos, con sentido común y dinámicos, lo que asegura la adaptación del modelo a distintos perfiles de aprendizaje. Este ciclo de ocho pasos guía a los estudiantes desde una primera experiencia concreta hasta la aplicación práctica, integrando ambos hemisferios cerebrales y fomentando un aprendizaje completo. Este enfoque multidimensional facilita la apropiación del conocimiento en diversos contextos y disciplinas, promoviendo la reflexión, el trabajo en equipo y la aplicación de conceptos teóricos en la vida profesional de los estudiantes. Así, el 4MAT ofrece una estructura flexible que impulsa el aprendizaje significativo y duradero.

Figura 1

Ocho pasos por McCarthy (2018) para implementación de ciclos de aprendizaje



Nota. Ciclo de aprendizaje de McCarty. Elaborado por el investigador.

Diseño de agenda y aula virtual con 4MAT

El Diseño de la agenda y aula virtual basado en el método 4MAT responde a la necesidad de conectar la teoría con la práctica en el aprendizaje de las matemáticas en odontología. Esta metodología, al integrar diversos estilos de aprendizaje, facilita no solo la comprensión de conceptos abstractos, sino también su aplicación en contextos clínicos reales. Así, el enfoque 4MAT se presenta como una herramienta efectiva para optimizar el rendimiento académico y fortalecer la retención de conocimientos, contribuyendo a un aprendizaje más significativo y duradero entre los estudiantes.

Diseño de la agenda en función del 4MAT

El método 4MAT está basado en cuatro fases que consideran diferentes estilos de aprendizaje: experimentar, conceptualizar, aplicar y reflexionar. En esta agenda:

Conectar la experiencia (Por qué): La agenda inició contextualizando la relevancia del sistema métrico farmacéutico para los estudiantes de odontología, relacionándolo directamente con su futura práctica profesional, como en la dosificación de medicamentos y la seguridad en procedimientos clínicos. Esta fase permitió que los estudiantes comprendieran por qué es importante aprender estos conceptos, estableciendo una conexión personal y profesional.

Introducir el contenido (Qué): Luego, se presentaron los conceptos clave del sistema métrico y su aplicación en odontología, tales como las unidades de longitud, superficie, volumen, y peso, junto con las equivalencias. Aquí los estudiantes recibieron la información concreta, lo que responde a la pregunta

de qué están aprendiendo. Esta fase es crucial para quienes prefieren un enfoque más teórico y estructurado.

Aplicar el contenido (Cómo): Se abordó la aplicación práctica de los conceptos, como el uso de milímetros y centímetros para medir estructuras dentales y la importancia de las unidades de volumen y peso en la dosificación de materiales dentales. Aquí los estudiantes tuvieron la oportunidad de aplicar cómo estos conocimientos se emplean en la práctica clínica, permitiéndoles relacionar la teoría con situaciones del mundo real.

Reflexionar y transformar (Qué pasaría si): Finalmente, los estudiantes reflexionaron sobre la importancia de dominar estas herramientas matemáticas para mejorar la atención al paciente y los resultados en su futura práctica. En este punto, se invitó a los estudiantes a proyectarse en situaciones reales donde su dominio de las medidas pueda influir en la calidad de los tratamientos.

Integración del aula invertida: El enfoque de aula invertida se observa en la forma en que la agenda fomenta la preparación previa antes de la clase presencial. Los estudiantes primero estudiaron los conceptos esenciales en su propio tiempo (como el sistema métrico y las equivalencias entre unidades), lo que permitió que el tiempo en clase se dedicara a la aplicación práctica y la resolución de problemas. Esta metodología promovió la autonomía de los estudiantes y permitió que llegaran a la clase mejor preparados para participar en actividades más dinámicas, como análisis de casos clínicos o discusiones sobre la dosificación de medicamentos en situaciones específicas.

Podemos decir que la agenda fue diseñada para ofrecer una experiencia de aprendizaje integral, donde los estudiantes primero conectaron los conceptos con su relevancia en la odontología (4MAT), luego estudiaron los contenidos teóricos por su cuenta (aula invertida), y finalmente aplicaron estos conocimientos en contextos clínicos reales, lo que refuerza su aprendizaje de manera significativa.

Métodos y técnicas de recolección de datos

En esta investigación se diseñó una encuesta de Escala Tipo Likert dirigida a un grupo de estudiantes de la carrera de odontología de UNICA que cursaban la asignatura de Matemática Básica.

El instrumento de recolección de datos fue sometido a varios procesos de validación rigurosos. En primer lugar, se evaluó su coherencia interna mediante el cálculo del alfa de Cronbach, obteniendo un puntaje excelente, lo que asegura la consistencia de las preguntas y aspectos medidos en el instrumento. Además, para garantizar que este captara el propósito fundamental del estudio que es evaluar el rendimiento académico mediante el método 4MAT, se solicitó la crítica de dos docentes universitarios que tienen grado de doctorado, uno Experto en Investigación y Diseño de Instrumentos (por la Universidad de Valencia, España) y el otro en Investigación y Didácticas Específicas de las Matemáticas (por la Universidad Autónoma de Barcelona, UAB, España). Ambos tienen muchos años de experiencias en docencia universitaria e investigación. Estos jueces expertos revisaron los instrumentos elaborados, con ayuda de una guía evaluativa de los ítems diseñados, y que considera los siguientes aspectos: Redacción y ortografía, claridad, concordancia, pertinencia y relevancia. Luego de sus revisiones y sugerencias, las valoraciones ponderadas de ambos fueron satisfactorias y se incorporaron a los instrumentos.

Gracias a este proceso, el instrumento pasó por dos etapas de validación, fortaleciendo su validez interna y minimizando la posibilidad de sesgos. Estas medidas aportan mayor solidez y precisión al estudio, asegurando que los datos recolectados reflejan con fidelidad el impacto del método 4MAT en el rendimiento académico.

Para medir su confiabilidad utilizamos el coeficiente Alfa de Cronbach, que es una medida de la correlación entre los ítems. El Alfa es un índice que varía entre cero y uno, entre más cerca se encuentre de la cota superior, mejor es la fiabilidad. Su modelo numérico es el siguiente:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{1}{s_t^2} \sum_{i=1}^k s_i^2 \right)$$

Donde:

$\sum_{i=1}^k s_i^2$: Es la suma de las varianzas en cada ítem

s_t^2 : Es la varianza total

k : Número de preguntas o ítems

Tabla 2

Rango del alfa de Cronbach

Rango del Alfa de Cronbach	
Valores	Confiabilidad
0.00 – 0.53	Nula
0.54 – 0.59	Baja
0.60 – 0.65	Válida
0.66 – 0.71	Muy Válida
0.72 – 0.99	Excelente
1.00	Perfecta

Nota. Rango del Alfa de Cronbach y su clasificación en categorías de confiabilidad, desde nula hasta perfecta. Elaborado por el investigador.

Para calcular la confiabilidad se realizó un pilotaje con 22 estudiantes, utilizando el software estadístico Statistical Package Social Sciences (SPSS), los resultados del pilotaje fueron una Alfa de Cronbach de **0.90**, Lo que indica que la correlación entre los ítems del instrumento es Excelente.

Tabla 3

Resultados del pilotaje en spss

Escala: Todas las variables

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
	Válidos	22	100.0
Casos	Excluidos ^a	0	0
	Total	22	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Nota. Resumen del procesamiento de los casos; $N=22$; los casos excluidos se eliminaron por lista basada en todas las variables del procedimiento. Elaborado por el investigador.

Tabla 4
Resultados estadísticos de fiabilidad

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.900	20

Nota. Estadísticos de fiabilidad calculados mediante el Alfa de Cronbach, con un valor de .900 para un total de 20 elementos. Elaborado por el investigador.

Técnicas de análisis:

Para la organización y registro de la información recopilada mediante la escala Likert se procedió de la siguiente forma:

1. Enumeración de todas las encuestas, desde 1 hasta n, donde n corresponde al tamaño de la muestra.
2. Elaboración del libro de códigos con instrucciones claras, que faciliten la codificación e introducción de los datos.
3. Selección del software adecuado para el procesamiento de la información. (en este caso se eligió el SPSS en su versión 27 para Windows).
4. Construcción de la base de datos propiamente dicha.
5. Realizar un control de calidad de la base de datos, mediante la revisión exhaustiva del 100% del total de encuestas registradas.

En lo que respecta a las técnicas de análisis de información, se aplicaron técnicas estadísticas descriptivas.

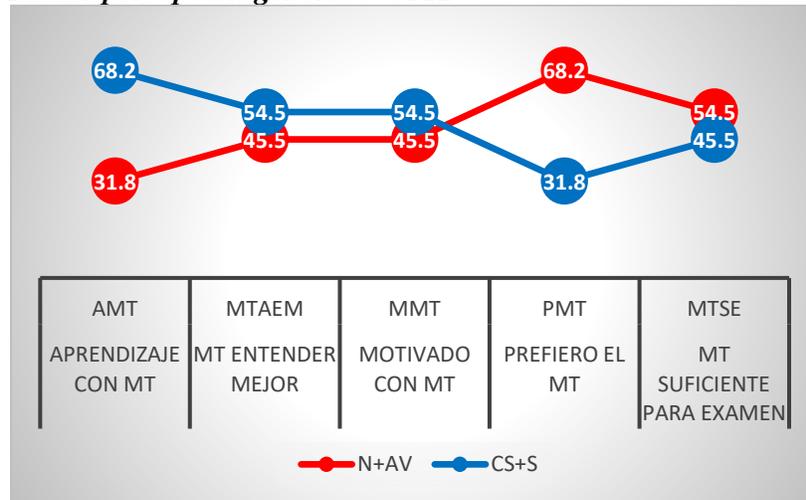
Para el análisis descriptivo de cada uno de los ítems las cuatro opciones de respuestas para cada ítem del instrumento: Nunca (N), Algunas veces (AV), Casi siempre (CS) y Siempre (S), se agruparon en dos categorías: N+AV y CS+S. Para los ítems redactados en sentido positivo, la primera categoría representa una situación favorable y la segunda categoría implica una actitud desfavorable. Sin embargo, para los ítems expresados de manera negativa la calificación se realiza, al contrario, es decir, la primera categoría representa una actitud desfavorable y la segunda una situación favorable.

Consideraciones éticas: Se respetaron los principios bioéticos de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia, garantizando la confidencialidad de los participantes, quienes dieron su consentimiento informado.

III- Resultados

Los beneficios del método 4MAT en el rendimiento académico de los estudiantes de odontología, medido mediante la escala de Likert, muestra clara y detalladamente como este método influye en su aprendizaje. A través de la escala, se recoge la percepción de los estudiantes sobre su comprensión de conceptos matemáticos y clínicos, su capacidad para aplicarlos en prácticas, y su motivación general. Estos datos ayudan a analizar en qué medida el 4MAT mejora su rendimiento académico, ofreciendo una visión cuantitativa y cualitativa de los resultados obtenidos en su formación profesional.

Figura 2
Factor percepción general del MT

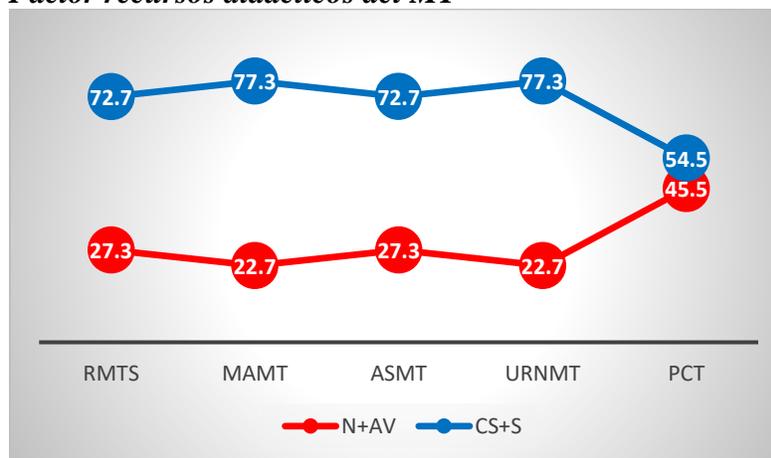


Nota. Percepción general de los estudiantes de Odontología del Uso del Método Tradicional (MT). Elaborado por el investigador.

AMT= Aprendizaje con método tradicional, MTAEM= Método tradicional ayuda entender mejor, MMT= Motivado con método tradicional, PMT= Prefiero método tradicional, MTSE= Método tradicional suficiente examen.

En cuanto al factor de percepción general respecto al Método Tradicional (MT), se observan dos puntos críticos con altos índices de desaprobación. El 68.2% de los estudiantes manifiesta no preferir las clases impartidas bajo este enfoque, mientras que el 54.5% considera que el MT no es suficiente para prepararse adecuadamente para un examen. En resumen, los estudiantes no solo muestran una clara preferencia en contra del MT, sino que también lo perciben como insuficiente para afrontar evaluaciones de manera efectiva.

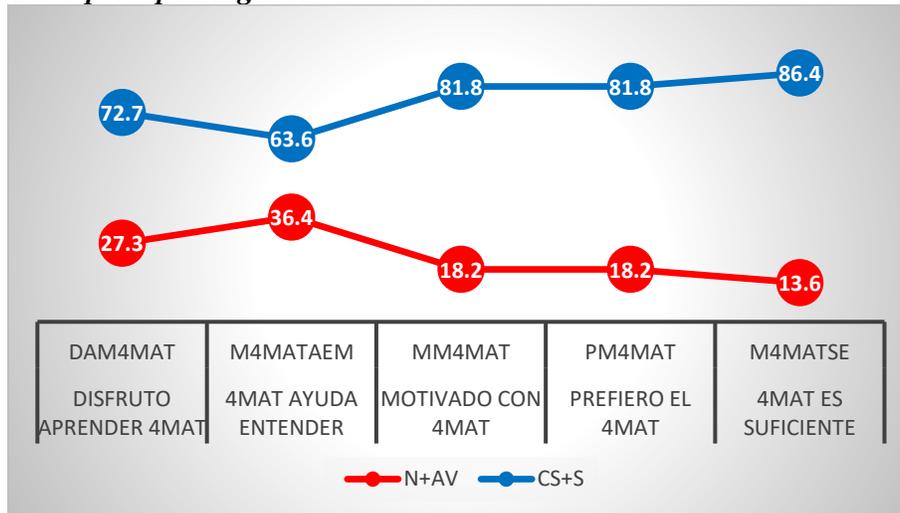
Figura 3
Factor recursos didácticos del MT



Nota. La figura muestra la utilización de los recursos didácticos del Método Tradicional(MT) en estudiantes de Odontología. Elaborado por el investigador. RMTS= Recursos método tradicional suficiente, MAMT= Acompañamiento método tradicional, ASMT= Aprendizaje significativo método tradicional, URNMT= Universidad recursos necesarios, PCT= Prefiero clase tradicional.

En el factor de recursos didácticos del Método Tradicional (MT), se identifican indicadores negativos significativos. El 22.7% de los estudiantes señala que los recursos didácticos empleados en el MT no son suficientes, mientras que el 45.5% expresa que no prefieren este método. En resumen, los estudiantes no se sienten beneficiados ni motivados por los recursos didácticos asociados al MT.

Figura 4
Factor percepción general del 4MAT

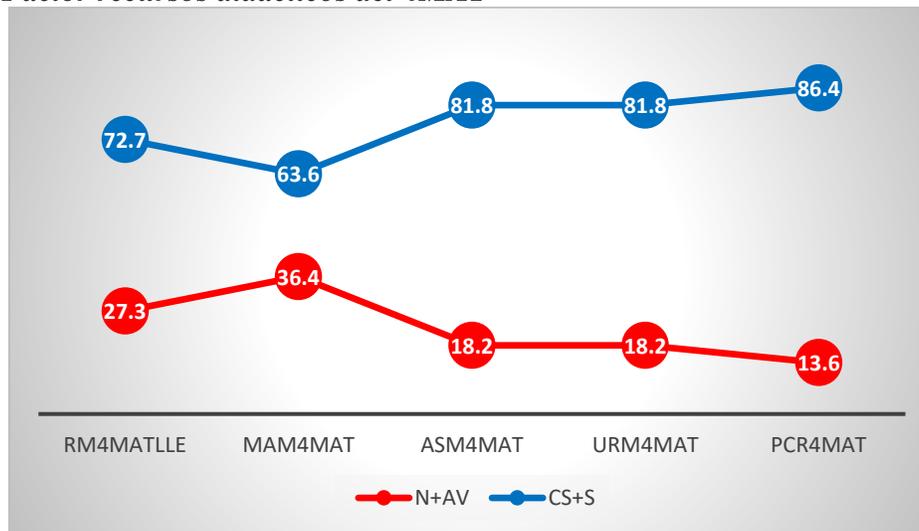


Nota. Este gráfico presenta la descripción general que tienen los estudiantes de odontología sobre el método 4MAT. Elaborado por el investigador.

DAN4MAT= Disfruto aprender método 4mat, M4MATAEM= Método 4mat ayuda entender mejor, MM4MAT= Motivado método 4mat, PM4MAT= Prefiero método 4mat, M4MATSE= Método 4mat suficiente examen.

En el factor de percepción general del Método 4MAT, se observan algunos indicadores de posible riesgo, como el 27.3% de los estudiantes que no disfrutaron de este método y el 36.4% que considera que el 4MAT no facilita la comprensión. Sin embargo, también destaca que el 81.8% de los estudiantes prefieren el 4MAT y el 86.4% lo considera suficiente para su aprendizaje. En conclusión, a pesar de los puntos críticos, la consistencia en los resultados positivos refleja que el Método 4MAT es un enfoque robusto y confiable, capaz de optimizar el rendimiento pedagógico y fomentar un aprendizaje más profundo y significativo.

Figura 5
Factor recursos didácticos del 4MAT



Nota. Este gráfico presenta el uso de los recursos didácticos utilizados en el método 4MAT en estudiantes de Odontología. Elaborado por el investigador.

R4MATLLE= Recursos 4mat llenan expectativas, MAM4MAT= Acompañamiento método 4mat, ASM4MAT= Aprendizaje significativo método 4mat, URM4MAT= Universidad recursos método 4mat, PCR4MAT= Prefiero clases recursos 4mat.

En el factor de recursos didácticos del Método 4MAT, aunque se identifican áreas de posible riesgo, como el 23.3% de los estudiantes que consideran que el 4MAT no cumple con sus expectativas y el 36.4% que afirman no necesitar acompañamiento en este método, se destaca que el 81.8% de los estudiantes se sienten atraídos por los recursos didácticos que ofrece y el 86.4% prefiere el Método 4MAT. En resumen, estos resultados resaltan la fortaleza y efectividad del Método 4MAT en la mayoría de sus fases, consolidándolo como una herramienta confiable para la enseñanza en general.

Tabla 6
Perfil global sobre 4MAT vs MT (SPSS)

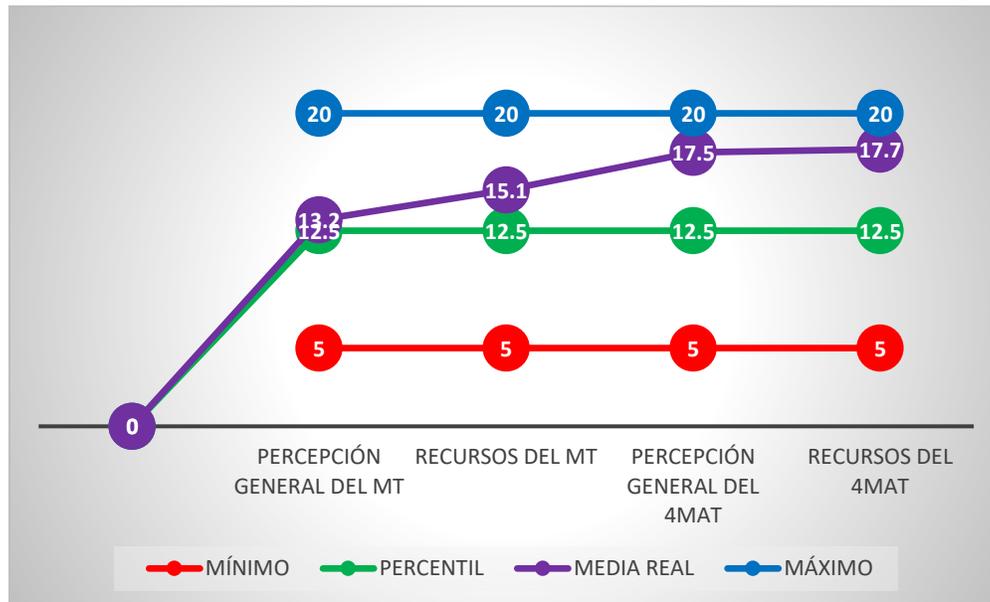
		Estadísticos			
		PGMT	RMT	PG4MAT	R4MAT
N	Válidos	22	22	22	22
	Perdidos	0	0	0	0
Media		13.1818	15.1364	17.4545	17.6818
Mediana		13.0000	20.0000	20.0000	20.0000
Moda		13.00	17.00 ^a	20.00	20.00

a. Existen varias modas. SE mostrará el menor de los valores.

Nota. La tabla muestra el perfil global del Método 4MAT con respecto al Método Tradicional. Elaborado por investigador.

PGMT= Percepción General Método Tradicional, RMTS= Recursos Método Tradicional, PG4MAT= Percepción General 4MAT, R4MAT= Recursos 4MAT.

Figura 6
Perfil global sobre 4MAT vs MT



Nota. La figura muestra el perfil global que tienen los estudiantes de odontología entre método tradicional y el método 4MAT. Elaborado por el investigador.
MT= Método Tradicional.

La gráfica muestra cómo los estudiantes perciben y valoran los dos métodos de enseñanza: el **MT** y el **4MAT**. En ella se presentan cuatro líneas que representan distintos niveles de valoración:

Línea Roja (Mínimo esperado): En esta línea se indica el valor mínimo que se esperaba de los estudiantes en términos de percepción y recursos para cada método. Este valor mínimo es de **5** para todas las áreas (Percepción General del MT, Recursos del MT, Percepción General del 4MAT, y Recursos del 4MAT). Es decir, cualquier puntuación por encima de este valor cumple al menos con lo mínimo requerido.

Línea verde (Percentil o aceptable): En esta línea se representa el nivel aceptable o promedio esperado de los estudiantes, y está en **12.5** para todos los aspectos. Esto quiere decir que si los estudiantes valoran un aspecto en **12.5 o más**, la percepción se considera dentro de los límites aceptables o promedio.

Línea morada (Media Real o valoración de los estudiantes): Esta es la línea más importante, ya que representa las puntuaciones reales que los estudiantes dieron en cada área:

Percepción general del MT: Los estudiantes dieron una puntuación de **13.2**. Esto está por encima del nivel aceptable (12.5), lo que indica que tienen una percepción buena sobre el método MT, aunque no es excelente ni cercana al máximo.

Recursos del MT: Los estudiantes valoraron los recursos del MT con un **15.1**, lo cual también supera el nivel aceptable y se aleja un poco más del mínimo. Esto sugiere que encuentran útiles los recursos del MT y los valoran positivamente, aunque sigue siendo una valoración moderada.

Percepción general del 4MAT: La valoración aquí es de **17.5**, muy por encima del nivel aceptable y acercándose al máximo (20). Esto demuestra que los estudiantes tienen una opinión muy positiva sobre el 4MAT, indicando que realmente les agrada o les parece útil este método.

Recursos del 4MAT: La puntuación para los recursos del 4MAT es **17.7**, también muy alta y casi alcanzando el máximo (20). Esto indica que no solo les gusta el método en sí, sino también los recursos asociados al 4MAT, percibiéndolos como valiosos y efectivos.

Línea azul (Máximo): Esta línea representa el valor máximo de valoración posible, establecido en **20** para todas las categorías. Esta línea indica el nivel ideal o el puntaje más alto que los estudiantes podrían dar. En esta gráfica, las puntuaciones del 4MAT (tanto en percepción como en recursos) están muy cercanas a este máximo, lo cual es una clara señal de que los estudiantes están muy satisfechos con el método 4MAT en general.

Interpretación general:

Los estudiantes muestran una preferencia clara por el 4MAT, tanto en términos de percepción general como de valoración de sus recursos. La puntuación alta en ambos aspectos demuestra que ven el 4MAT como un método muy positivo y útil para su aprendizaje.

Aunque el **método MT** también es valorado positivamente, sus puntuaciones (13.2 en percepción y 15.1 en recursos) están un poco por encima del promedio aceptable, pero lejos del nivel máximo, lo que indica una valoración moderada.

En conclusión, de la gráfica se obtiene que los estudiantes desean más del método 4MAT en sus actividades y recursos, pues lo valoran mucho mejor que el MT. La alta puntuación cercana al máximo en el 4MAT refleja que los estudiantes están muy satisfechos y probablemente quieran que se use más.

IV- Discusión

En esta revisión del estado del arte, se confirmó que los principios del método 4MAT tienen un respaldo significativo en la literatura académica, especialmente en áreas técnicas y científicas que requieren una conexión clara entre teoría y práctica.

La conexión entre las áreas técnicas y científicas radica en la capacidad del método 4MAT para estructurar el aprendizaje en fases que facilitan la integración entre teoría y práctica. Este enfoque permite a los estudiantes comprender los principios teóricos a través de experiencias prácticas, lo que es fundamental para la matemática básica que requieren validación empírica y experimentación.

El método 4MAT, diseñado para adaptarse a diversos estilos de aprendizaje, ha demostrado en estudios previos en ingeniería y en matemática (McCarthy & Germain, 2002) una notable efectividad en la mejora de la comprensión y la retención del conocimiento. Su estructura en cuatro fases (conexión personal, introducción teórica, práctica experimental y aplicación concreta) permite a los estudiantes experimentar un aprendizaje profundo y significativo al involucrarse activamente con los conceptos. Esta organización facilita no solo la comprensión inicial, sino también la memorización a largo plazo, ya que cada fase refuerza el conocimiento desde distintas perspectivas. Este hallazgo apoya la propuesta de incorporar este enfoque en la enseñanza de matemáticas básicas en la carrera de odontología, dado su enfoque en estilos de aprendizaje diversos.

El plan de enseñanza desarrollado incorporó de manera efectiva los principios del método 4MAT para matemáticas básicas en la carrera de odontología, creando una estructura pedagógica que combina

experiencias concretas y reflexiones abstractas, adaptadas a los futuros profesionales de esta área. Este enfoque permitió a los estudiantes conectar los conceptos matemáticos fundamentales con situaciones clínicas reales, lo que es esencial para el ejercicio de la odontología, donde el uso de medidas y cálculos precisos es una habilidad cotidiana.

Durante su implementación, el plan favoreció la participación y el interés de los estudiantes, especialmente en actividades vinculadas a la práctica clínica, como cálculos de proporciones en mezclas de materiales. Por ejemplo, en el contenido sobre conversión de unidades de masa en la asignatura de matemáticas básicas, el método 4MAT se aplicó para facilitar la comprensión del tema. En la fase de conexión personal, los estudiantes identificaron situaciones cotidianas en las que el pesaje de ingredientes como arroz y azúcar requiere conversiones entre gramos y kilogramos, unidades que también utilizarán en sus prácticas clínicas en odontología. En la introducción teórica, se explicaron las equivalencias entre unidades y se presentó la lógica de conversión. Durante la práctica experimental, los estudiantes realizaron ejercicios de conversión entre gramos y kilogramos. Finalmente, en la fase de aplicación concreta, se les pidió resolver problemas prácticos, como calcular el peso total de ingredientes en una receta, consolidando así su comprensión y favoreciendo la retención del conocimiento.

La integración de casos prácticos en este plan permitió que los estudiantes relacionaran de forma tangible los conceptos matemáticos con aplicaciones en su ámbito profesional, facilitando una comprensión profunda y una mayor aplicabilidad de los contenidos. Los estudiantes expresaron que este método no solo hizo el aprendizaje más accesible, sino que también mejoró la retención y relevancia del conocimiento matemático para su carrera.

La implementación de un aula virtual basada en el método 4MAT demostró ser altamente efectiva en mejorar el aprendizaje de los estudiantes en la carrera de odontología. Esto se debió al diseño adecuado del aula virtual, proporcionando un entorno interactivo que facilitó el acceso a recursos educativos y fomentó una mayor participación activa en el proceso de aprendizaje. La estructura del aula permitió que los estudiantes se involucraran de manera más profunda con los contenidos, promoviendo un aprendizaje significativo, logrando que fuera más allá de la memorización de fórmulas matemáticas. Esta parte es de mucha importancia porque este enfoque significativo asegura que los estudiantes no solo comprendan los conceptos, sino que también sean capaces de aplicarlos en situaciones prácticas relevantes para su futura carrera profesional.

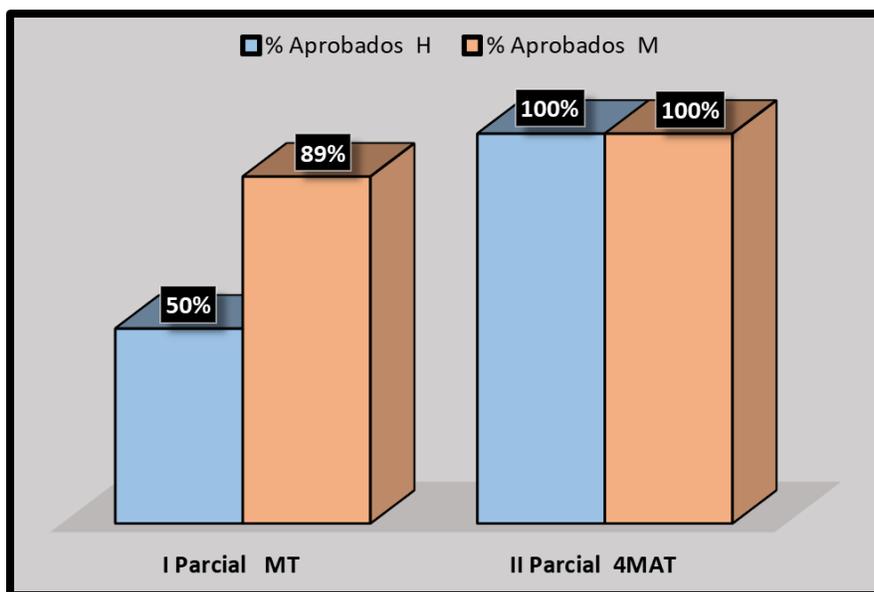
Los casos prácticos seleccionados para esta aula virtual fueron especialmente diseñados para ayudar a los alumnos a aplicar conceptos matemáticos en contextos reales de la odontología. Por ejemplo, al realizar cálculos de proporciones en la mezcla de materiales dentales o al calcular el área de superficies para tratamientos ortodónticos, los estudiantes pudieron ver la relevancia de las matemáticas en su campo. Esta conexión entre teoría y práctica refuerza el aprendizaje al permitir que los estudiantes vean cómo las matemáticas son esenciales en la toma de decisiones clínicas.

La interacción y el acceso a los recursos virtuales también incrementaron la motivación de los estudiantes y fomentaron el aprendizaje autónomo. Sin embargo, se observó que algunos estudiantes, especialmente aquellos con menor familiaridad en el uso de plataformas digitales, encontraron desafíos iniciales en la navegación y el uso de las herramientas del aula virtual. Por ejemplo, algunos estudiantes experimentaron dificultades para acceder al aula virtual por mala conexión de internet, participar en foros de discusión y realizar ejercicios interactivos. Para resolver estos problemas, se implementaron estrategias de apoyo técnico y acompañamiento, como tutoriales en video y sesiones de capacitación, que guiaron a los estudiantes en el uso efectivo de la plataforma. Este apoyo no solo facilitó la adaptación

de los alumnos a la tecnología, sino que también contribuyó a un entorno de aprendizaje más inclusivo y accesible.

La comparación de los resultados académicos antes y después de la implementación del método 4MAT reveló una mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes de odontología. Este enfoque innovador en la enseñanza no solo se centra en la teoría, sino que integra experiencias prácticas que permiten a los estudiantes conectar conceptos matemáticos con situaciones reales en su futura práctica clínica. El análisis cuantitativo de las calificaciones demostró que, en promedio, los estudiantes mejoraron su desempeño en un 18% durante el segundo parcial, en el cual se aplicó el método 4MAT, en comparación con el primer parcial, donde se utilizó un enfoque de enseñanza tradicional. Es importante destacar que se aplicó la misma prueba antes y después de la implementación del 4MAT, lo que garantiza la validez de la comparación y resalta la efectividad de esta metodología, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 7
Rendimiento académico primer parcial MT y segundo parcial 4MAT



Nota. Comparación rendimiento académico entre el primer parcial MT y segundo parcial 4MAT en matemática básica con estudiantes de Odontología I Semestre 2024. Elaborado por el investigador.

Los estudiantes durante el primer parcial fueron instruidos bajo el método tradicional (MT) y obtuvieron un rendimiento académico de 50% los hombres y 89% las mujeres, lo que indica que hubo un grupo de estudiantes que no alcanzó un nivel satisfactorio de comprensión y desempeño en la asignatura de Matemática Básica.

En contraste, los estudiantes durante el segundo parcial fueron instruidos con el método 4MAT, logrando un 100% de aprobación en ambos sexos, lo que refleja que todos los estudiantes alcanzaron un nivel adecuado de dominio de los contenidos. Esto significa que el uso del método 4MAT facilitó un ambiente de aprendizaje más dinámico y centrado en las diferentes formas de aprender de los estudiantes, lo cual resultó en un éxito académico pleno.

Con base a los resultados se puede afirmar que la implementación del método 4MAT en el contexto de la enseñanza de Matemática Básica fue altamente efectiva en los estudiantes de Odontología de la asignatura de matemática básica durante el primer semestre 2024.

Esto se debe a que el método 4MAT, al ser un enfoque que integra diversos estilos de aprendizaje (visual, auditivo, kinestésico), permitió a los estudiantes conectar mejor los conceptos teóricos con aplicaciones prácticas, lo que promovió un aprendizaje más profundo y sostenible. Además, el 4MAT proporcionó estructuras claras que ayudaron a los estudiantes a organizar mejor el conocimiento, lo que explica la mejora notable en el rendimiento en comparación con el método tradicional.

Entonces podemos decir que los resultados apoyan la pregunta de investigación de que la aplicación del método 4MAT contribuye a mejorar el aprendizaje significativo en matemáticas básicas en odontología. Sin embargo, estudios futuros deberían enfocarse en evaluar su impacto en una muestra más amplia y en un período de tiempo más prolongado para obtener una evaluación más robusta de sus beneficios.

V- Conclusiones

La investigación confirmó que el método 4MAT, ampliamente respaldado en la literatura académica, es eficaz en áreas donde la conexión entre teoría y práctica es esencial. Este método se caracteriza por estructurar el aprendizaje en fases que permiten una comprensión profunda de los conceptos teóricos mediante experiencias prácticas. Su aplicación en la enseñanza de matemáticas básicas en odontología resultó ser especialmente relevante, ya que posibilitó una validación empírica de los conocimientos adquiridos, vinculándolos con situaciones reales en el ámbito clínico. Así, el método 4MAT se perfila como una herramienta pedagógica adecuada para carreras técnicas y científicas que requieren aplicaciones prácticas directas.

El plan de enseñanza diseñado incorporó los principios del 4MAT, creando un entorno pedagógico que combina experiencias concretas con reflexiones abstractas. Esta estructura permitió a los estudiantes relacionar conceptos matemáticos con situaciones clínicas reales, incrementando su participación y compromiso en el aprendizaje. Ejemplos prácticos, como la conversión de unidades de masa, demostraron ser eficaces para consolidar el conocimiento y facilitar su retención, demostrando que el método no solo optimiza el aprendizaje, sino que también lo hace relevante para la práctica profesional. Esto evidencia que el 4MAT aporta un enfoque significativo y aplicable a la formación en matemáticas para odontología.

La implementación del aula virtual, basada en el método 4MAT, también demostró ser altamente efectiva al mejorar la participación activa y el acceso a recursos educativos en un entorno interactivo. La utilización de casos prácticos permitió a los estudiantes aplicar los conceptos matemáticos en contextos reales, fomentando un aprendizaje significativo. A pesar de los desafíos iniciales que algunos estudiantes enfrentaron en el uso de la plataforma, se implementaron estrategias de apoyo técnico que lograron un entorno más inclusivo y accesible. Al comparar los resultados académicos antes y después de la implementación del 4MAT, se observó una mejora notable en el rendimiento, pasando de un porcentaje de aprobación con el método tradicional de 50% para los hombres y 89% para las mujeres, a un 100% en ambos sexos con el 4MAT, confirmando su efectividad en facilitar un aprendizaje adaptado a los diferentes estilos de los estudiantes.

VI- Referencias

- Artamonova et al. (2014). Resultados cuantitativos de la aplicación del Sistema 4MAT en Mecánica en la Universidad del Quindío. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(4), 33.
- Berg Mann, J., & Sams, A. (2012). Flip your class room: Reach every student tin every class every day. Recuperado.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). flip your classroom: Reach every student in every class every day. In *International Society for Technology in Education*.
- Cereceda Muriel, C., & González Valencia, D. (2022). El modelo 4MAT: una estrategia integradora para la enseñanza en ciencias de la salud. *Revista de La Sociedad Española Del Dolor*, 29. <https://doi.org/10.20986/resed.2022.3989/2022> de Investigacion en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, M. H. R. D. C. (n.d.). Aplicacion del sistema 4MAT en la ensenanza de la física a nivel universitario. Org.Mx. Retrieved September 30, 2024, from <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v56n1/v56n1a5.pdf>
- Guevara, W. (2017). Aplicación del Sistema 4MAT en la optimización del aprendizaje de la física en los estudiantes de ingeniería ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (Doctoral dissertation).
- Hernández, S. C., & Tecpan, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos*, 43(3), 193–204.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. D. P. (2014). Metodología de la Investigacion-Sampieri (6ta edición). pdf (McGrawHill).
- Hinojo, F. J. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión Sistemática.
- Martinez, W. (2014). Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: origen.
- Ramírez Díaz, M. H., & Chávez Lima, E. (2010). Introducción del sistema 4mat de estilos de aprendizaje para la práctica innovadora en la enseñanza de ciencias, caso universidad autónoma del estado de hidalgo, México. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 3(6). <https://doi.org/10.55777/rea.v3i6.914>
- Ramírez Díaz, M. H., & Chávez Lima, E. (2012). Similitudes del sistema 4mat de estilos de aprendizaje y la metodología de clases interactivas demostrativas en la enseñanza de la física. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 5(9). <https://doi.org/10.55777/rea.v5i9.952>
- Ramírez, M. (2014). El sistema 4mat de estilos de aprendizaje en la enseñanza de la física a nivel universitario.
- Salazar, E. V., Medrano, S. E. V., García, L. C., & Chero, M. J. S. (2019). Aplicación del modelo 4MAT y su influencia en el rendimiento académico de cinemática en estudiantes universitarios. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Sociales y Humanidades*, 2, 55–63.
- Sampieri et al. (2021). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill.
- Suárez y Mora (2018). Efecto de una secuencia didáctica basada en los estilos de aprendizaje y el aprendizaje activo en el logro de aprendizaje de cinemática. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(4).
- Tortosa, M. T. (2016). Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria.
- Valencia Salazar, E., Vergara Medrano, S. E., Carbajal García, L., & Sánchez Chero, M. J. (2020). Aplicación del modelo 4MAT y su influencia en el rendimiento académico de cinemática en estudiantes universitarios. *Revista Científica UNTRM Ciencias Sociales y Humanidades*, 2(2), 55. <https://doi.org/10.25127/rcsh.20192.530>
- Vasquez, G. (2019). Aplicación del sistema 4MAT en la optimización del aprendizaje de la física en los estudiantes de ingeniería ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Contribución de los autores

José Martín PEREIRA-ORTEGA: Desarrollo del artículo e informe de investigación, extracción de datos, realización de búsquedas y procesamiento de la información.

José Jesús MENDOZA-CASANOVA: Revisión del artículo e informe de investigación, evaluación de la calidad de la extracción de datos, búsquedas e identificación de estudios, revisión de primera y última versión del texto.

René Alfonso GUTIÉRREZ-ABURTO: Revisión y corrección de estilo, coherencia del contenido de la investigación y el artículo científico.