

Universidad Católica Redemptoris Mater

Maestría en Gestión de la Educación



Tesis monográfica para optar al título de Máster en Gestión de la Educación

Educación

Incidencia del método 4MAT en el aprendizaje significativo de matemáticas básicas en
estudiantes de Odontología en la Universidad Católica Redemptoris Mater durante el
I semestre de 2024.

AUTOR

Pereira Ortega José Martín

Licenciado en Ciencias de la Educación con Mención en Física Matemática

Posgrado en Estadística e Indicadores Educativos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0970-8500>

TUTOR CIENTÍFICO Y METODOLÓGICO

Mendoza Casanova, José Jesús

Máster en Docencia Universitaria, UAB, España

Doctor en Matemáticas Aplicadas, UNAN, Managua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9968-1986>

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2024

CARTA AVAL TUTOR CIENTÍFICO Y METODOLÓGICO

Por medio de la presente, y en mi calidad de tutor científico y metodológico, certifico que el trabajo de investigación titulado:

INCIDENCIA DEL MÉTODO 4MAT EN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE MATEMÁTICAS BÁSICAS EN ESTUDIANTES DE ODONTOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA REDEMPTORIS MATER DURANTE EL I SEMESTRE DE 2024.

Realizado por Lic. José Martín Pereira Ortega, cumple con las disposiciones institucionales, metodológicas y técnicas, que regulan esta actividad académica, y constituye su tesis monográfica para optar al título de Ingeniero Industrial.

Y para que así conste, en cumplimiento con la normativa vigente, autorizo a las y los egresados, reproducir el documento definitivo para su entrega oficial a la facultad correspondiente, para que pueda ser tramitada su lectura y defensa pública.

Managua, Nicaragua, 22 de octubre de 2024.

Atentamente,

José Jesús Mendoza Casanova

Máster en Docencia Universitaria, UAB, España
Doctor en Matemáticas Aplicadas, UNAN, Managua
jmendoza8@unica.edu.ni

Dedicatoria

A Dios y a la Santísima Virgen María, por iluminar mi camino y darme la guía necesaria para alcanzar este importante logro.

A mi querida madre, que ahora me cuida desde el cielo. Aunque ya no estés físicamente aquí, tu amor y ejemplo me siguen acompañando en cada paso que doy. Este logro es también tuyo, porque siempre fuiste mi mayor inspiración y fuerza para seguir adelante.

A mi esposa y a mis hijos, cuyo amor sin límites, respaldo continuo y confianza han sido la fuerza que ha impulsado cada paso en este camino. Sin ustedes, este sueño no se habría hecho realidad.

A mis profesores, por su esfuerzo y compromiso en mi desarrollo académico; cada lección ha sido clave en la construcción de mi conocimiento.

Finalmente, al Dr. José Jesús Mendoza, mi tutor, por su incalculable guía, paciencia y entrega durante todo este proceso. Su conocimiento y apoyo han sido fundamentales para mi desarrollo académico y profesional.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios y a la Santísima Virgen María por guiarme y brindarme la sabiduría y fortaleza necesaria en cada momento de este viaje académico.

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y aliento en los momentos de dificultad. Su confianza en mis capacidades ha sido una fuente inagotable de motivación.

A mis profesores, por compartir sus conocimientos y experiencias, y por su dedicación en la formación de estudiantes comprometidos. Cada clase, cada consejo y cada crítica constructiva han enriquecido mi aprendizaje y me han inspirado a ser mejor.

A mis compañeros de estudio, por las discusiones enriquecedoras y el compañerismo que hicieron de este proceso algo más llevadero y placentero.

Finalmente, a mi tutor, el MSc. José Jesús Mendoza, por su invaluable orientación y apoyo a lo largo de esta investigación. Su compromiso y profesionalismo han sido esenciales para guiarme en la correcta dirección, y le estoy profundamente agradecido por su paciencia y dedicación.

Resumen

Este estudio analiza cómo el método 4MAT (del inglés fourmatch) ayuda a mejorar el aprendizaje de matemáticas básicas en estudiantes de odontología de la Universidad Católica Redemptoris Mater durante el primer semestre de 2024. Este método surge como respuesta a la necesidad de adaptar la enseñanza de conceptos abstractos, como las matemáticas, que suelen ser difíciles de entender y aplicar en contextos prácticos. El 4MAT organiza el aprendizaje en cuatro etapas: conexión personal, introducción teórica, práctica experimental y aplicación concreta. Estas fases ayudan a los estudiantes a comprender y retener mejor los conceptos matemáticos, aplicándolos en situaciones reales de su futura práctica odontológica, como calcular proporciones de materiales dentales o ajustar dosis de anestesia según el peso del paciente.

La investigación utiliza un diseño cuasi-experimental y combina datos cuantitativos y cualitativos para brindar una visión completa. Los resultados muestran que los estudiantes prefieren el método 4MAT, destacando mejoras en su comprensión tanto teórica como práctica de las matemáticas. Además, el 4MAT no solo facilita el aprendizaje, sino que crea un entorno más dinámico y adaptable, lo que motiva a los estudiantes y les ayuda a aprender de manera más activa. En conclusión, el método 4MAT es una herramienta eficaz para enriquecer la experiencia de aprendizaje y preparar mejor a los futuros odontólogos, fortaleciendo tanto su conocimiento matemático como sus habilidades para aplicarlo en la práctica clínica.

Palabras Claves: Método 4MAT, Aprendizaje significativo, Matemáticas en odontología, Educación innovadora, aula invertida.

Abstract

This study analyzes how the 4MAT (fourmatch) method helps to improve the learning of basic mathematics in dental students at the Redemptoris Mater Catholic University during the first semester of 2024. This method arose in response to the need to adapt the teaching of abstract concepts, such as mathematics, which are often difficult to understand and apply in practical contexts. 4MAT organizes learning in four stages: personal connection, theoretical introduction, experiential practice and concrete application. These phases help students to better understand and retain mathematical concepts, applying them to real situations in their future dental practice, such as calculating proportions of dental materials or adjusting anesthesia doses according to patient weight.

The research uses a quasi-experimental design and combines quantitative and qualitative data to provide a complete picture. The results show that students prefer the 4MAT method, highlighting improvements in both their theoretical and practical understanding of mathematics. In addition, 4MAT not only facilitates learning, but also creates a more dynamic and adaptive environment, which motivates students and helps them learn more actively. In conclusion, the 4MAT method is an effective tool to enrich the learning experience and better prepare future dentists, strengthening both their mathematical knowledge and their skills to apply it in clinical practice.

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

Índice de contenido

Introducción	11
Antecedentes y contexto del problema	12
Planteamiento del problema	15
Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Pregunta de investigación	17
Justificación	18
Viabilidad, deficiencias y consecuencias	20
Marco teóricos.....	21
Marco referencial	22
Marco conceptual.....	26
Aprendizaje significativo	26
Método 4MAT	26
Estilos de aprendizaje según el sistema 4MAT	26
Ciclo de aprendizaje del sistema 4MAT	26
Comprensión profunda	27
Estilos de aprendizajes	27
Estilos de aprendizaje: El modelo de los hemisferios cerebrales	31
Estilos de aprendizaje: El modelo de programación neurolingüística.....	35
El modelo 4MAT	40
Origen y concepto del aula invertida o flipped classroom.....	43
Ventajas e inconvenientes del uso del modelo del aula Invertida	45
Consideraciones de modelo del aula invertida.....	46

Marco metodológico	49
Tipo de investigación	49
Muestra teórica y sujetos de estudio	51
Métodos y técnicas de recolección de datos	52
Validez	53
Confiabilidad	53
Instrumentos para la recogida de datos	55
Procedimientos para el procesamiento y análisis de información	56
Técnicas estadísticas aplicadas	57
Cronograma	59
Resultados y discusión	62
Diseño de agenda y aula virtual con 4MAT. (Ver en Anexos)	66
Planes de clase con el MT y con el 4MAT	68
Análisis cuantitativo de instrumento de escala Likert.....	70
Conclusiones	77
Conclusiones con base a los objetivos	77
Perspectivas de futuro.....	78
Referencias	80
Anexos.....	83
Cuadro de actividades	94
Rúbrica del instrumento de evaluación: Rúbrica para evaluar la resolución de problemas usando el Método de Polya.....	97
Planes de clase con el método tradicional y con el método 4MAT.....	103

Índice de Tablas

Tabla 1	Categorías de estilos de aprendizaje	28
Tabla 2	Tipo de pensamiento según el hemisferio cerebral.	32
Tabla 3	Estilos de aprendizaje de Kolb	34
Tabla 4	Comportamiento según sistema de representación.	38
Tabla 5	Ocho pasos sugeridos por McCarthy, implementación de ciclos de aprendizaje	43
Tabla 6	Rango del alfa de cronbach	54
Tabla 7	Cronograma de la investigación	59
Tabla 8	Cuadro de actividades	94
Tabla 9	Rúbrica del instrumento de evaluación	97

Índice de Ilustraciones

Figura 1	Modelo de KOLB	30
Figura 2	Ocho pasos por McCarthy para implementación de ciclos de aprendizaje	43
Figura 3	implicaciones del estilo de aprendizaje	48
Figura 4	Rendimiento académico primer parcial MT y segundo parcial 4MAT ..	65
Figura 5	Factor percepción general del MT	70
Figura 6	Factor recursos didácticos del MT	71
Figura 7	Factor percepción general del 4MAT	72
Figura 8	Factor recursos didácticos del 4MAT	73
Figura 9	Perfil global sobre 4MAT vs MT	74
Figura 10	Observaciones del validador 01	87
Figura 11	Observaciones generales del validador 02	89
Figura 12	Inicio del aula virtual	99
Figura 13	Etapa 1 del método 4MAT en el aula virtual	100
Figura 14	Etapa 2 del método 4MAT en el aula virtual	101

Figura 15	Etapa 3 del método 4MAT en el aula virtual	101
Figura 16	Etapa 4 del método 4MAT en el aula virtual	102
Figura 17	Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 01	113
Figura 18	Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 02.....	113
Figura 19	Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 03.....	114
Figura 20	Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 04.....	114
Figura 21	Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 05.....	115
Figura 22	Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 06.....	115

Introducción

Esta investigación estudia cómo el método 4MAT puede mejorar 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 cuasi-experimental 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.

Antecedentes y contexto del problema

Esta investigación, llevada a cabo en la Universidad Católica Redemptoris Mater, tiene como objetivo analizar la incidencia del método 4MAT en el aprendizaje de los estudiantes de odontología. Este estudio busca adaptar los enfoques pedagógicos a las demandas educativas actuales, que requieren una enseñanza más centrada en el estudiante y que fomente el aprendizaje significativo en matemáticas básicas. El foco del análisis será el método 4MAT, que integra diversas fases de aprendizaje, facilitando así la comprensión teórica y la aplicación práctica de los conceptos en contextos clínicos específicos, como cálculos de dosis de anestesia y proporciones de materiales dentales.

El aprendizaje de matemáticas básicas en odontología presenta retos significativos, principalmente debido a la abstracción de muchos conceptos matemáticos, que a menudo no tienen una conexión inmediata con la práctica clínica. Esto puede llevar a que los estudiantes se sientan desmotivados o desconectados del contenido. Sin embargo, el método 4MAT ofrece una solución al conectar la teoría con la práctica, permitiendo que los estudiantes apliquen lo aprendido en escenarios reales. Este enfoque promueve un aprendizaje más profundo y duradero, ya que los estudiantes no solo memorizan fórmulas, sino que entienden su aplicación práctica.

Investigaciones previas, como las de McCarthy (2000) y St. Germain (2002), han demostrado que el método 4MAT mejora el rendimiento académico y la retención de conocimientos. Estos estudios se basan en la observación de que los estudiantes que aprenden a través de este método muestran una mayor capacidad para transferir sus conocimientos matemáticos a situaciones reales en su formación profesional. Al aplicar un enfoque que integra diversos estilos de aprendizaje y fomenta la participación activa, el método 4MAT se presenta como una herramienta valiosa para abordar las necesidades educativas de los futuros odontólogos, garantizando que dominen los conceptos matemáticos fundamentales necesarios para su práctica.

La Universidad Católica Redemptoris Mater (UNICA), fundada el 11 de diciembre de 1991 en Managua, Nicaragua, es una institución privada de educación superior respaldada por el Consejo Nacional de Universidades (CNU). Fue impulsada por el Cardenal Miguel Obando Bravo y ha formado profesionales durante más de 31 años, contribuyendo al desarrollo socioeconómico del país. La universidad cuenta con siete facultades que abarcan desde Humanidades, Ingeniería y Ciencias Médicas hasta Arte, Diseño y Comunicación, brindando una oferta académica diversa y adaptada a las necesidades del mercado laboral.

El campus de UNICA está diseñado para ofrecer un ambiente de aprendizaje moderno y accesible. Sus aulas están equipadas con tecnología audiovisual y conexión a internet, proporcionando un entorno adecuado para el estudio y la interacción entre estudiantes y docentes. Las áreas de estudio y recreación están distribuidas de manera que fomenten la participación y el trabajo colaborativo, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades académicas y sociales en un espacio cómodo y funcional.

La universidad también se distingue por su cuerpo docente, integrado por profesionales altamente capacitados con experiencia en el ámbito académico y laboral. Los profesores se enfocan en la formación integral de los estudiantes, promoviendo el pensamiento crítico y el desarrollo de competencias prácticas. Además de las aulas, UNICA cuenta con auditorios modernos para conferencias y seminarios, así como áreas recreativas y laboratorios especializados que complementan la experiencia educativa, creando un entorno equilibrado que impulsa tanto el aprendizaje académico como el bienestar personal.

El método 4MAT, desarrollado por Bernice McCarthy en los años 80, responde a las limitaciones de los enfoques tradicionales que no abordan los diversos estilos de aprendizaje. Basado en las teorías de aprendizaje experiencial de Kolb y la psicología de los tipos de personalidad de Jung, este método propone un ciclo de cuatro fases, que va desde la experiencia concreta hasta la aplicación práctica. Este enfoque ha sido exitoso en diversas disciplinas, incluyendo las matemáticas, donde permite a los estudiantes no solo adquirir conocimiento, sino aplicarlo de manera efectiva en contextos reales (McCarthy, 2000; Kolb, 1984).

Antecedentes

En el ámbito internacional, se destacan investigaciones previas sobre la implementación del modelo 4MAT, un enfoque que integra los diferentes estilos de aprendizaje, ha demostrado mejoras significativas en estas áreas. En un estudio aplicado a estudiantes de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, se observó que los estudiantes que recibieron enseñanza basada en el 4MAT lograron mejores resultados académicos y un cambio actitudinal positivo en comparación con aquellos que siguieron un enfoque tradicional (UNIA, 2018).

La aplicación del 4MAT en diversas áreas ha sido consistente en mostrar resultados positivos. Por ejemplo, un estudio realizado en el Instituto Politécnico Nacional de México, en el curso de física de Ingeniería en Sistemas Computacionales, combinó el modelo 4MAT con clases interactivas, encontrando que ambas metodologías mejoran la comprensión de conceptos complejos. Este enfoque adaptativo y basado en el estudiante ha permitido que los conocimientos teóricos se conecten de manera más efectiva con la práctica, lo cual es crucial en disciplinas técnicas y científicas como las matemáticas aplicadas en odontología (IPN, 2009).

Otro estudio realizado en Turquía sobre la enseñanza de geometría de transformación en estudiantes de séptimo grado también confirmó la efectividad del 4MAT. El grupo experimental que siguió este enfoque superó significativamente al grupo control, no solo en rendimiento académico, sino también en retención del aprendizaje. Estos resultados refuerzan la idea de que el modelo 4MAT es más efectivo que los métodos tradicionales al promover un entorno de aprendizaje centrado en el estudiante y al permitir el uso de ambos hemisferios del cerebro para una mayor retención y aplicación del conocimiento. Estos hallazgos son cruciales para carreras como odontología, donde los estudiantes deben aplicar conocimientos matemáticos en contextos prácticos (Turquía, 2020).

A nivel nacional, no se han encontrado investigaciones específicas sobre la aplicación del método 4MAT en el contexto de la enseñanza de matemáticas. Sin embargo, la teoría y los principios del método han sido abordados en el marco de las nuevas propuestas curriculares promovidas por el Ministerio de Educación. Estos principios destacan la importancia de métodos pedagógicos innovadores para mejorar el aprendizaje y la comprensión de los conceptos básicos.

Planteamiento del problema

En el contexto de la enseñanza de matemáticas básicas a estudiantes de odontología, se observa una serie de desafíos que impactan negativamente en su proceso de aprendizaje. A pesar de que las matemáticas no son la disciplina central en el currículo de la odontología, su dominio es esencial para el desarrollo de competencias fundamentales en áreas como la estadística, el análisis de datos clínicos, la farmacología y el cálculo de dosis, identificando relaciones numéricas entre las diferentes unidades de medidas y diseña conversiones de equivalencias para dar solución a situaciones problemáticas bucodentales. Sin embargo, los estudiantes de esta carrera suelen manifestar bajos niveles de motivación, ansiedad matemática, y dificultades en la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos básicos. Estos factores generan un aprendizaje superficial, afectando la transferencia de conocimientos a situaciones prácticas y limitando el desarrollo integral de las competencias profesionales necesarias.

Además, las metodologías tradicionales de enseñanza, que se centran en la memorización y la repetición de ejercicios, no logran adaptarse a los estilos de aprendizaje diversos de los estudiantes de odontología, quienes, por la naturaleza de su disciplina, requieren un enfoque más aplicado y contextualizado. El problema se agrava por la falta de estrategias pedagógicas innovadoras que promuevan un aprendizaje significativo, orientado a la comprensión profunda y a la resolución de problemas en contextos reales.

Por lo tanto, es necesario investigar enfoques educativos, como el método 4MAT, que puedan mejorar la enseñanza de las matemáticas básicas en estos estudiantes, adaptándose a sus necesidades cognitivas y fomentando una mayor integración de los conceptos matemáticos en su formación profesional.

Objetivos

Objetivo general

Analizar la incidencia de la implementación del Método 4MAT en el aprendizaje significativo de la Matemática Básica en estudiantes de la carrera de odontología.

Objetivos específicos

- Realizar una revisión del estado del arte sobre los principios del Método 4MAT y su aplicación en el aprendizaje significativo de las matemáticas, mediante un análisis documental.
- Diseñar un plan de enseñanza para matemáticas básicas que integre los principios del Método 4MAT, con la finalidad de implementarlo de manera efectiva en el currículo de la carrera de Odontología.
- Aplicar la metodología 4MAT a través del diseño adecuado de un aula virtual, con el objetivo de que los estudiantes adquieran aprendizajes significativos en matemáticas básicas mediante el estudio de casos relevantes en el contexto de la odontología.
- Evaluar la incidencia del Método 4MAT en el rendimiento académico de los estudiantes de Odontología, mediante un análisis comparativo de los resultados obtenidos antes y después de la implementación de esta metodología en la enseñanza de matemáticas básicas.

Pregunta de investigación

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

Justificación

Esta investigación tiene como propósito evaluar la incidencia del método 4MAT en el aprendizaje de Matemáticas Básicas entre estudiantes de Odontología en la Universidad Católica Redemptoris Mater, aportando un enfoque metodológico que permita mejorar su comprensión y aplicación de conceptos matemáticos fundamentales para su formación profesional. Como primera aplicación de esta metodología en la institución, se espera que los resultados sirvan de base para el desarrollo de estrategias de enseñanza más personalizadas y efectivas en la educación superior.

Desde un enfoque social, los principales beneficiarios de este estudio son los estudiantes de Odontología, quienes recibirán una enseñanza que se adapte mejor a sus estilos de aprendizaje, promoviendo su éxito académico y preparándolos mejor para los desafíos de la práctica clínica. Esto incluye la capacidad de realizar cálculos precisos, como equivalencias entre unidades de medida y dosificaciones adecuadas, que son esenciales para una atención médica de calidad.

En términos de implicaciones prácticas, este estudio pretende abordar el problema concreto de la dificultad que enfrentan muchos estudiantes para relacionar los conceptos matemáticos con aplicaciones prácticas. La implementación del método 4MAT tiene el potencial de fortalecer esta conexión, facilitando el aprendizaje significativo y la resolución de problemas clínicos que encontrarán en su ejercicio profesional.

El valor teórico de esta investigación radica en su contribución al conocimiento sobre el impacto del método 4MAT en el rendimiento académico en matemáticas, un tema poco explorado en el nivel universitario. Se espera que los resultados arrojen luz sobre las relaciones entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico en matemáticas, generando nuevas ideas y recomendaciones para la aplicación de esta metodología en otras disciplinas y fomentando futuras investigaciones.

Finalmente, la utilidad metodológica de este estudio se refleja en su potencial para desarrollar nuevos instrumentos de evaluación que midan la efectividad del método 4MAT en matemáticas. Estos instrumentos podrían no solo facilitar la adaptación de la enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes, sino también contribuir a la definición de variables

clave en la relación entre estilos de aprendizaje y rendimiento académico, ofreciendo un modelo replicable en distintos entornos educativos.

Viabilidad, deficiencias y consecuencias

La investigación enfrentó desafíos relacionados con la disponibilidad de recursos. Aunque se contó con acceso a la Universidad Católica Redemptoris Mater y a los estudiantes de odontología, la limitación en cuanto a recursos financieros y humanos afectó la amplitud del estudio. Además, el tiempo disponible, limitado al primer semestre de 2024, restringió la recopilación de datos a un período corto, lo que impidió una evaluación longitudinal del impacto completo del método 4MAT en el aprendizaje de los estudiantes. En términos de materiales, se contó con las herramientas educativas necesarias, pero una mayor inversión podría haber permitido un análisis más profundo de los resultados.

El estudio se centró exclusivamente en una institución y un grupo específico de estudiantes de odontología, lo que deja sin explorar otros programas académicos y contextos educativos donde el método 4MAT podría ser igualmente aplicable. Además, aún se necesita más investigación sobre cómo este método puede influir en diferentes áreas del conocimiento dentro de la odontología y en otros campos de estudio. También es importante considerar que no se abordaron en profundidad las diferencias individuales en los estilos de aprendizaje más allá del método 4MAT, ni se estudiaron otras metodologías complementarias que podrían haberse integrado en el proceso de enseñanza.

Aunque el estudio tiene un fin académico, también es necesario reflexionar sobre las implicaciones éticas de los resultados. El impacto de aplicar el método 4MAT, aunque positivo en el corto plazo, aún no ha sido evaluado a largo plazo. Es posible que los efectos observados en la motivación y el rendimiento académico puedan variar con el tiempo. Además, la implementación de este método en otras disciplinas o instituciones sin un estudio previo adaptado podría no ser igualmente efectiva. Se debe tener en cuenta que un enfoque pedagógico inadecuado podría afectar el proceso de aprendizaje si no se ajusta adecuadamente al contexto y necesidades de los estudiantes.

Marco teóricos

Este marco teórico revela información que se apropia del problema y los objetivos de investigación, permitiendo así evidenciar por medio de experiencias y teorías científicas la pertinencia y contextualización de dicha investigación.

La teoría de la Pedagogía Instrumentalista de John Dewey se centra en la importancia de la experiencia práctica y significativa en el proceso de aprendizaje. Dewey enfatiza la necesidad de conectar el aprendizaje con la vida real y fomentar la reflexión crítica para desarrollar un conocimiento profundo y duradero.

En la teoría del Aprendizaje Experimental de David Kolb propone un modelo de aprendizaje experiencial que incluye cuatro etapas: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Este enfoque reconoce la importancia de la experiencia directa y la reflexión en el proceso de aprendizaje.

La teoría de los Tipos de Personalidad de Carl Jung clasifica a las personas en diferentes tipos de personalidad basados en preferencias y estilos de comportamiento. En el contexto del Método 4MAT, las preferencias de aprendizaje de los estudiantes se relacionan con su estilo cognitivo y la forma en que procesan la información.

El Modelo 4MAT desarrollado por Bernice McCarthy en 1987, combina los principios de las teorías anteriores para proporcionar un marco estructurado para la enseñanza y el aprendizaje. Este modelo se basa en la idea de equilibrar las experiencias concretas y abstractas, así como en la adaptación a los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Estilos de Aprendizaje según el Sistema 4MAT: El Modelo 4MAT identifica cuatro estilos de aprendizaje: imaginativos, analíticos, sentido común y dinámicos. Cada estilo tiene preferencias y características específicas que influyen en la forma en que los estudiantes asimilan la información y participan en el proceso de aprendizaje.

Ciclo de Aprendizaje del Sistema 4MAT: El Sistema 4MAT se basa en un ciclo de aprendizaje de ocho pasos, que incluye actividades para revelar el significado detrás del aprendizaje, analizar la experiencia, profundizar en la reflexión, organizar la información conceptual, reaccionar a lo aprendido, aprender haciendo, analizar lo aprendido y compartir el conocimiento con otros.

Marco referencial

Según un estudio realizado (Ramírez & Chávez, 2012). Explora las similitudes entre el Sistema 4MAT y la metodología de Clases Interactivas Demostrativas, dos enfoques que han demostrado ser efectivos para mejorar la enseñanza de la física a nivel universitario. El Sistema 4MAT se enfoca en los diferentes estilos de aprendizaje, adaptando la enseñanza a cómo los estudiantes perciben y procesan la información. Por su parte, las Clases Interactivas Demostrativas se basan en el aprendizaje activo a través de experimentos y la participación directa del alumno, lo que refuerza la comprensión teórica mediante la experiencia práctica. Aunque ambas metodologías han sido aplicadas de manera independiente, el estudio destaca que ambas comparten un enfoque activo y centrado en el estudiante.

A partir de estas similitudes, los autores proponen una metodología híbrida denominada "4MAT Modificado", que combina los beneficios de ambos enfoques para mejorar la enseñanza de la física. Este método fue implementado en estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Politécnico Nacional de México desde 2009, con resultados que indican una mejora en la comprensión de los conceptos de física. Al integrar los estilos de aprendizaje del Sistema 4MAT y el enfoque interactivo de las Clases Interactivas Demostrativas, la propuesta busca hacer las clases más dinámicas, interactivas y adaptadas a las necesidades de los estudiantes.

Según indica (Ramírez et al., 2015). Analiza cómo los estudiantes de ingeniería en sistemas, en la asignatura de física, responden a estrategias pedagógicas basadas en el Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje. Los resultados muestran que los estudiantes reaccionan de manera diversa, con aceptación o rechazo de actividades dependiendo de su estilo de aprendizaje. Esto resalta la importancia de adaptar las estrategias educativas a los estilos individuales, ya que no todas las actividades son igualmente efectivas para todos los estudiantes. El Sistema 4MAT se presenta como una herramienta útil para estructurar el ciclo de enseñanza, integrando actividades para los cuatro estilos de aprendizaje y mejorando la efectividad de la enseñanza en asignaturas como la física.

Según (Suárez & Mora., 2018). Analiza el impacto de una secuencia didáctica en cinemática unidimensional, que incluye estrategias metacognitivas y de autorregulación, sobre el rendimiento académico de los estudiantes. Los resultados muestran que la intervención tuvo un efecto positivo significativo, especialmente al informar a los estudiantes sobre sus propias estrategias de aprendizaje. Se observó una alta autoeficacia en más del 80% de los estudiantes, y los estilos de aprendizaje predominantes fueron divergente (Tipo 1) y acomodador (Tipo 4), lo que contrasta con el estilo convergente (Tipo 3) común en ingenieros. Esto sugiere que personalizar la enseñanza a los estilos de aprendizaje y fomentar la autorregulación mejora el rendimiento académico en física.

El estudio realizado por (Salazar et al., 2019) investiga la influencia del Modelo 4MAT en el rendimiento académico de los estudiantes en un curso de cinemática en la carrera de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Utilizando un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi-experimental, se desarrollaron estrategias de enseñanza basadas en los ocho pasos del Modelo 4MAT, que tiene en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes. La muestra estuvo conformada por 36 estudiantes, divididos en un grupo experimental (18 estudiantes) y un grupo control (18 estudiantes), seleccionados de una población de 250.

El análisis de los resultados se llevó a cabo mediante pruebas estadísticas como la T de Student y Wilcoxon. Los resultados indicaron que el grupo experimental, que fue expuesto a la enseñanza bajo el Modelo 4MAT, mostró una mejora significativa en su rendimiento académico en comparación con el grupo control. El promedio de calificaciones del grupo experimental fue de 10,44, mientras que el grupo control obtuvo un promedio de 5,89. La significancia estadística ($p = 0,00 < 0,05$) confirmó que el Modelo 4MAT tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico.

Además de mejorar el rendimiento, el estudio también encontró que el Modelo 4MAT influyó de manera significativa en el cambio de actitud de los estudiantes, fomentando una disposición más positiva hacia el aprendizaje de cinemática. Estos resultados sugieren que el Modelo 4MAT es eficaz no solo para mejorar el aprendizaje académico, sino también para generar una actitud más favorable hacia el proceso educativo.

El conjunto de estudios destaca la efectividad del modelo 4MAT en la enseñanza de la física, mostrando mejoras significativas en el rendimiento académico y la actitud de los estudiantes. Al adaptarse a los diferentes estilos de aprendizaje, el 4MAT permite una enseñanza más personalizada, lo que resulta en un aumento notable en las calificaciones y en una mayor disposición hacia el aprendizaje. Además, su combinación con enfoques interactivos como las Clases Interactivas Demostrativas potencia aún más estos efectos, haciendo las clases más dinámicas y comprensibles. Estos estudios subrayan la eficacia del 4MAT para estructurar el proceso educativo de manera integral.

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Católica Redemptoris Mater, ubicada en la ciudad de Managua, Nicaragua. Esta universidad se caracteriza por su enfoque en la formación integral de sus estudiantes, combinando valores éticos con excelencia académica.

El estudio se centró en estudiantes de la carrera de odontología de la Universidad Católica Redemptoris Mater. La Facultad de Odontología de esta universidad ofrece un programa académico riguroso que prepara a los estudiantes para ejercer la odontología de manera ética y profesional.

El marco referencial incluye una descripción detallada del Método 4MAT, sus principios fundamentales, el ciclo de aprendizaje de ocho pasos y los estilos de aprendizaje identificados en el Sistema 4MAT. Se destacará la relevancia y aplicabilidad de este método en el contexto de la enseñanza de las matemáticas básicas en odontología.

Se revisaron investigaciones previas relacionadas con el Método 4MAT y su impacto en el aprendizaje de diversas disciplinas. Esto incluye estudios que hayan evaluado la eficacia del Método 4MAT en términos de mejora del rendimiento académico, comprensión profunda de los conceptos y motivación de los estudiantes.

Se describen los instrumentos de evaluación que se utilizaron en la investigación para medir el impacto del Método 4MAT en el aprendizaje de los estudiantes. Esto puede incluir pruebas de conocimiento, cuestionarios de opinión y análisis del desempeño académico antes y después de la implementación del Método 4MAT.

Se considerarán los aspectos legales y éticos relacionados con la realización de la investigación, incluyendo el consentimiento informado de los participantes, la confidencialidad de los datos y el cumplimiento de normativas éticas en la investigación educativa.

Marco conceptual

Aprendizaje significativo

Este concepto, propuesto por David Ausubel, se refiere al proceso en el cual los nuevos conocimientos se relacionan de manera sustantiva y no arbitraria con la estructura cognitiva previa del estudiante. En el contexto de la investigación, se busca entender cómo el Método 4MAT puede facilitar el aprendizaje significativo de la Matemática Básica en estudiantes de odontología al conectar los conceptos matemáticos con su experiencia y conocimientos previos.

Método 4MAT

Es el enfoque central de la investigación, desarrollado por Bernice McCarthy, que se basa en la combinación de varias teorías de aprendizaje y estilos de personalidad. El Método 4MAT busca equilibrar las experiencias concretas y abstractas de aprendizaje, adaptándose a los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes y fomentando la comprensión profunda de los conceptos.

Estilos de aprendizaje según el sistema 4MAT

El marco conceptual incluye la comprensión de los cuatro estilos de aprendizaje identificados en el Sistema 4MAT: imaginativos, analíticos, sentido común y dinámicos. Estos estilos influyen en la forma en que los estudiantes asimilan la información y participan en el proceso de aprendizaje, y se explorará cómo el Método 4MAT puede adaptarse a estos estilos para mejorar el aprendizaje de matemáticas básicas en odontología.

Ciclo de aprendizaje del sistema 4MAT

El marco conceptual también abarca el ciclo de aprendizaje de ocho pasos propuesto por el Sistema 4MAT. Este ciclo incluye actividades para revelar el significado del aprendizaje, analizar experiencias, reflexionar sobre conceptos, organizar información conceptual, reaccionar a lo aprendido, aprender haciendo, analizar y compartir conocimientos. Se explorará cómo este ciclo puede aplicarse efectivamente en la enseñanza de matemáticas básicas en odontología.

Comprensión profunda

Este concepto implica una comprensión más allá de la memorización superficial, donde los estudiantes son capaces de aplicar, relacionar y transferir los conceptos matemáticos a situaciones prácticas en el contexto de la odontología. El marco conceptual busca evaluar cómo el Método 4MAT puede contribuir a una comprensión más profunda y duradera de las matemáticas básicas entre los estudiantes de odontología.

Estilos de aprendizajes

Según indica (P. Cazau, 2010). estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje.

Los rasgos cognitivos tienen que ver con la forma en que los estudiantes estructuran los contenidos, forman y utilizan conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas, seleccionan medios de representación (visual, auditivo, kinestésico), etc. Los rasgos afectivos se vinculan con las motivaciones y expectativas que influyen en el aprendizaje, mientras que los rasgos fisiológicos están relacionados con el biotipo y el biorritmo del estudiante.

El término 'estilo de aprendizaje' se refiere al hecho de que cada persona utiliza su propio método o estrategias a la hora de aprender. Aunque las estrategias varían según lo que se quiera aprender, cada uno tiende a desarrollar ciertas preferencias o tendencias globales, tendencias que definen un estilo de aprendizaje. Se habla de una tendencia general, puesto que, por ejemplo, alguien que casi siempre es auditivo puede en ciertos casos utilizar estrategias visuales.

Cada persona aprende de manera distinta a las demás: utiliza diferentes estrategias, aprende con diferentes velocidades e incluso con mayor o menor eficacia incluso aunque tengan las mismas motivaciones, el mismo nivel de instrucción, la misma edad o estén estudiando el mismo tema.

Sin embargo, más allá de esto, es importante no utilizar los estilos de aprendizaje como una herramienta para clasificar a los alumnos en categorías cerradas, ya que la manera de aprender evoluciona y cambia constantemente.

finalmente, algunas características de los estilos de aprendizaje: son relativamente estables, aunque pueden cambiar; pueden ser diferentes en situaciones diferentes; son susceptibles de mejorarse; y cuando a los alumnos se les enseña según su propio estilo de aprendizaje, aprenden con más efectividad.

Podría decirse, según Woolfolk (1996), los educadores prefieren hablar de 'estilos de aprendizaje', y los psicólogos de 'estilos cognoscitivos'.

Otros autores, por último, sugieren hablar de 'preferencias de estilos de aprendizaje' más que de 'estilos de aprendizaje'. Para Woolfolk (Woolfolk, 1996), las preferencias son una clasificación más precisa, y se definen como las maneras preferidas de estudiar y aprender, tales como utilizar imágenes en vez de texto, trabajar solo o con otras personas, aprender en situaciones estructuradas o no estructuradas y demás condiciones pertinentes como un ambiente con o sin música, el tipo de silla utilizado, etc. La preferencia de un estilo particular tal vez no siempre garantice que la utilización de ese estilo será efectiva. De allí que en estos casos ciertos alumnos pueden beneficiarse desarrollando nuevas formas de aprender.

Integración de modelos

según nos indica (P. Cazau, 2010), para la cual en general las teorías sobre los estilos de aprendizaje confluyen en cuatro categorías, tal como se aprecia en el siguiente cuadro:

Tabla 1

Categorías de estilos de aprendizaje

Categorías de estilos de aprendizaje	Modelos teóricos
Selección de la información o tipos de estímulos que generan mayor atención: Estilos visual, auditivo y kinestésico.	Felder y Silverman Programación Neurolingüística
Tipo de información desde la cual se prefiere iniciar el proceso: Experiencias directas y concretas, estilo intuitivo	Felder y Silverman Kolb

y activo o Experiencias abstractas que parten de ideas, estilo sensitivo y teórico.

Procesamiento de la información o forma de organizarla, relacionarla y comprenderla:

Estilo secuencial y predominancia cortical y límbica izquierda y estilo global con predominancia cortical derecha.

Felder y Silverman Hermman

La forma de trabajar con la información:

Estilo activo y pragmático o estilo teórico y reflexivo.

Felder y Silverman Kolb

Nota. Tomado de integración de modelos de estilos de aprendizaje de Perea Robayo (2003)

Se puede mencionar lo importante que es utilizar estos modelos como una alternativa para analizar el trabajo cognitivo de los niños y niñas, así como la práctica pedagógica, pero en ningún caso, como una herramienta para clasificar a las personas en categorías cerradas e inflexibles”.

Estilos de aprendizaje: Modelo de KOLB

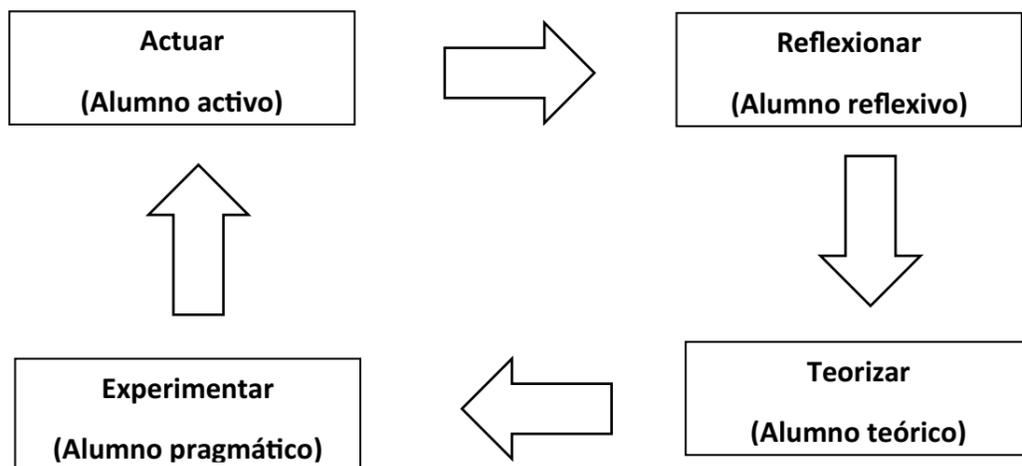
El modelo de estilos de aprendizaje elaborado por Kolb supone que para aprender algo debemos trabajar o procesar la información que recibimos. Kolb dice que, por un lado, podemos partir:

- a) De una experiencia directa y concreta: alumno activo, o bien de una experiencia abstracta, que es la que tenemos cuando leemos acerca de algo o cuando alguien nos lo cuenta: alumno teórico.
- b) Las experiencias que tengamos, concretas o abstractas, se transforman en conocimiento cuando las elaboramos de alguna de estas dos formas:
 - Reflexionando y pensando sobre ellas: alumno reflexivo.
 - Experimentando de forma activa con la información recibida: alumno pragmático.

Según el modelo de Kolb un aprendizaje óptimo es el resultado de trabajar la información en cuatro fases:

Figura 1

Modelo de KOLB



Nota. Tomado de estilos de aprendizaje según el modelo de Kolb.

En la práctica, la mayoría de nosotros tendemos a especializarnos en una, o como mucho dos, de esas cuatro fases, por lo que se pueden diferenciar cuatro tipos de alumnos, dependiendo de la fase en la que prefieran trabajar:

- Alumno activo
- Alumno reflexivo
- Alumno teórico
- Alumno pragmático

En función de la fase del aprendizaje en la que nos especialicemos, el mismo contenido nos resultará más fácil (o más difícil) de aprender dependiendo de cómo nos lo presenten y de cómo lo trabajemos en el aula.

Nuestro sistema educativo no es neutro. Si pensamos en las cuatro fases de la rueda de Kolb es muy evidente que la de conceptualización (teorizar) es la fase más valorada, sobre todo en los niveles de educación secundaria y superior, es decir, nuestro sistema escolar favorece a los alumnos teóricos por encima de todos los demás. Aunque en algunas asignaturas los alumnos

pragmáticos pueden aprovechar sus capacidades los reflexivos a menudo se encuentran con que el ritmo que se impone a las actividades es tal que no les deja tiempo para rumiar las ideas como ellos necesitan. Peor aún lo tienen los alumnos a los que les gusta aprender a partir de la experiencia.

Estilos de aprendizaje: El modelo de los hemisferios cerebrales

Aprender no consiste en almacenar datos aislados. El cerebro humano se caracteriza por su capacidad de relacionar y asociar la gran cantidad de información que recibe continuamente y buscar pautas y crear esquemas que nos permitan entender el mundo que nos rodea. Pero no todos seguimos el mismo procedimiento, y la manera en que organicemos esa información afectará a nuestro estilo de aprendizaje.

Cada hemisferio procesa la información que recibe de distinta manera, es decir, hay distintas formas de pensamiento asociadas con cada hemisferio.

Según como organicemos la información recibida, podemos distinguir entre alumnos hemisferio derecho y alumnos hemisferio izquierdo.

El hemisferio lógico, normalmente el izquierdo, procesa la información de manera secuencial y lineal. El hemisferio lógico forma la imagen del todo a partir de las partes y es el que se ocupa de analizar los detalles. El hemisferio lógico piensa en palabras y en números, es decir contiene la capacidad para la matemática y para leer y escribir.

Este hemisferio emplea un estilo de pensamiento convergente obteniendo nueva información al usar datos ya disponibles, formando nuevas ideas o datos convencionalmente aceptables.

El hemisferio holístico, normalmente el derecho, procesa la información de manera global, partiendo del todo para entender las distintas partes que componen ese todo. El hemisferio holístico es intuitivo en vez de lógico, piensa en imágenes y sentimientos.

Este hemisferio emplea un estilo de pensamiento divergente, creando una variedad y cantidad de ideas nuevas, más allá de los patrones convencionales. El currículum escolar toma en cuenta las habilidades de este hemisferio para los cursos de arte, música y educación física.

Aunque no siempre el hemisferio lógico se corresponde con el hemisferio izquierdo ni el holístico con el derecho en un principio se pensó que así era, por lo que con frecuencia se habla de alumnos hemisferio izquierdo (o alumnos analíticos) y alumnos hemisferio derecho (o alumnos relajados o globales).

Un hemisferio no es más importante que el otro: para poder realizar cualquier tarea necesitamos usar los dos hemisferios, especialmente si es una tarea complicada. Para poder aprender bien necesitamos usar los dos hemisferios, pero la mayoría de nosotros tendemos a usar uno más que el otro, o preferimos pensar de una manera o de otra. Cada manera de pensar está asociada con distintas habilidades.

El comportamiento en el aula de los alumnos variará en función del modo de pensamiento que prefieran. Nuestro sistema escolar tiende a privilegiar el hemisferio lógico sobre el hemisferio holístico (los currículos dan mucha importancia a materias como matemática y lengua, se privilegia la rapidez para contestar, los manuales contienen ejercicios aptos para el hemisferio lógico, etc.). Además, muchos profesores tuvieron éxito personal con un estilo verbal, secuencial y lógico, y asumen que esto funciona para todos los estudiantes. Lo que nos interesa es organizar el trabajo en el aula de tal forma que las actividades potencien la utilización de ambos modos de pensamiento.

Tabla 2

Tipo de pensamiento según el hemisferio cerebral.

	Hemisferio lógico (normalmente el izquierdo)	Hemisferio holístico (normalmente el derecho)
	Lógico y analítico	Holístico e intuitivo
	Abstracto	Concreto
	Secuencial (de la parte al todo)	Global (del todo a la parte)
Modos de pensamiento	Lineal	Aleatorio
	Realista	Fantástico
	Verbal	No verbal
	Temporal	Atemporal

	Simbólico	Literal
	Cuantitativo	Cualitativo
	Lógico	Analógico
	Escritura	Relaciones espaciales
	Símbolos	Formas y pautas
	Lenguaje	Cálculos matemáticos
	Lectura	Canto y música
	Ortografía	Sensibilidad al color
	Oratoria	Expresión artística
	Escucha	Creatividad
	Localización de hechos y detalles	Visualización, mira la totalidad
	Asociaciones auditivas	Emociones y sentimientos
	Procesa una cosa por vez	Procesa todo al mismo tiempo
	Sabe cómo hacer algo	Descubre qué puede hacerse
	Visualiza símbolos abstractos (letras, números) y no tiene problemas para comprender conceptos abstractos.	Visualiza imágenes de objetos concretos, pero no símbolos abstractos como letras o números.
	Verbaliza sus ideas.	Piensa en imágenes, sonidos, sensaciones, pero no verbaliza esos pensamientos.
	Aprende de la parte al todo y absorbe rápidamente los detalles, hechos y reglas. Analiza la información paso a paso.	Aprende del todo a la parte. Para entender las partes necesita partir de la imagen global.
	Quiere entender los componentes uno por uno.	No analiza la información, la sintetiza.
	Les gustan las cosas bien organizadas y no se van por las ramas.	Es relacional, no le preocupan las partes en sí, sino saber cómo encajan y se relacionan unas partes con otras.

Habilidades asociadas

Comportamiento en el aula

Necesita orientación clara, por escrito y específica.	Aprende mejor con actividades abiertas, creativas y poco estructuradas.
Se siente incómodo con las actividades abiertas y poco estructuradas.	Les preocupa más el proceso que el resultado final.
Le preocupa el resultado final. Le gusta comprobar los ejercicios y le parece importante no equivocarse.	No le gusta comprobar los ejercicios, alcanzan el resultado final por intuición.
Quiere verificar su trabajo. Lee el libro antes de ir a ver la película. Su tiempo de reacción promedio es 2 sg	Necesita imágenes, ve la película antes de leer el libro. Su tiempo de reacción promedio es 3 sg.

Nota. Estilos de Aprendizaje: El Modelo de los hemisferios cerebrales por Pablo Cazau.

Tabla 3

Estilos de aprendizaje de Kolb

Visual	Auditivo	Kinestésico
Ver, mirar, imaginar, leer, películas, dibujos, videos, mapas, carteles, diagramas, fotos, caricaturas, diapositivas, pinturas, exposiciones, tarjetas, telescopios, microscopios, bocetos.	Escuchar, oír, cantar, ritmo, debates, discusiones, cintas audio, lecturas, hablar en público, telefonar, grupos pequeños, entrevistas.	Tocar, mover, sentir, trabajo de campo, pintar, dibujar, bailar, laboratorio, hacer cosas, mostrar, reparar cosas.

Nota. Tomado de Programación neurolingüística y sus estilos de aprendizaje Pérez Jiménez.

Estilos de aprendizaje: El modelo de la programación neurolingüística

Este modelo, también llamado visual-auditivo-kinestésico (VAK), toma en cuenta el criterio neurolingüístico, que considera que la vía de ingreso de la información (ojo, oído, cuerpo) —o, si se quiere, el sistema de representación (visual, auditivo, kinestésico)— resulta fundamental en las preferencias de quien aprende o enseña. Por ejemplo, cuando le presentan a alguien, ¿qué le es más fácil recordar después: la cara (visual), el nombre (auditivo), ¿o la impresión (kinestésico) que la persona le produjo?

Según indica (Sf., 2000), tenemos tres grandes sistemas para representar mentalmente la información, el visual, el auditivo y el kinestésico. Utilizamos el sistema de representación visual siempre que recordamos imágenes abstractas (como letras y números) y concretas. El sistema de representación auditivo es el que nos permite oír en nuestra mente voces, sonidos, música. Cuando recordamos una melodía o una conversación, o cuando reconocemos la voz de la persona que nos habla por teléfono estamos utilizando el sistema de representación auditivo. Por último, cuando recordamos el sabor de nuestra comida favorita, o lo que sentimos al escuchar una canción estamos utilizando el sistema de representación kinestésico.

La mayoría de nosotros utilizamos los sistemas de representación de forma desigual, potenciando unos e infrautilizando otros. Los sistemas de representación se desarrollan más cuanto más los utilizamos. La persona acostumbrada a seleccionar un tipo de información absorberá con mayor facilidad la información de ese tipo o, planteándolo al revés, la persona acostumbrada a ignorar la información que recibe por un canal determinado no aprenderá la información que reciba por ese canal, no porque no le interese, sino porque no está acostumbrada a prestarle atención a esa fuente de información. Utilizar más un sistema implica que hay sistemas que se utilizan menos y, por lo tanto, que distintos sistemas de representación tendrán distinto grado de desarrollo (P. Cazau., 2010).

Los sistemas de representación no son buenos o malos, pero sí más o menos eficaces para realizar determinados procesos mentales. Si estoy eligiendo la ropa que me voy a poner puede ser una buena táctica crear una imagen de las distintas prendas de ropa y 'ver' mentalmente como combinan entre sí (P. Cazau., 2010).

A continuación, se especifican las características de cada uno de estos tres sistemas.

Sistema de representación visual

Los alumnos visuales aprenden mejor cuando leen o ven la información de alguna manera. En una conferencia, por ejemplo, preferirán leer las fotocopias o transparencias a seguir la explicación oral, o, en su defecto, tomarán notas para poder tener algo que leer.

Cuando pensamos en imágenes (por ejemplo, cuando 'vemos' en nuestra mente la página del libro de texto con la información que necesitamos) podemos traer a la mente mucha información a la vez. Por eso la gente que utiliza el sistema de representación visual tiene más facilidad para absorber grandes cantidades de información con rapidez.

Visualizar nos ayuda además a establecer relaciones entre distintas ideas y conceptos. Cuando un alumno tiene problemas para relacionar conceptos muchas veces se debe a que está procesando la información de forma auditiva o kinestésica.

La capacidad de abstracción y la capacidad de planificar están directamente relacionada con la capacidad de visualizar. Esas dos características explican que la gran mayoría de los alumnos universitarios (y, por ende, de los profesores) sean visuales.

Sistema de representación auditivo

Cuando recordamos utilizando el sistema de representación auditivo lo hacemos de manera secuencial y ordenada. Los alumnos auditivos aprenden mejor cuando reciben las explicaciones oralmente y cuando pueden hablar y explicar esa información a otra persona. En un examen, por ejemplo, el alumno que vea mentalmente la página del libro podrá pasar de un punto a otro sin perder tiempo, porque está viendo toda la información a la vez. Sin embargo, el alumno auditivo necesita escuchar su grabación mental paso a paso. Los alumnos que memorizan de forma auditiva no pueden olvidarse ni una palabra, porque no saben seguir. Es como cortar la cinta de una cassette. Por el contrario, un alumno visual que se olvida de una palabra no tiene mayores problemas, porque sigue viendo el resto del texto o de la información.

El sistema auditivo no permite relacionar conceptos o elaborar conceptos abstractos con la misma facilidad que el sistema visual y no es tan rápido. Es, sin embargo, fundamental en el aprendizaje de los idiomas, y naturalmente, de la música.

Sistema de representación kinestésico

Cuando procesamos la información asociándola a nuestras sensaciones y movimientos, a nuestro cuerpo, estamos utilizando el sistema de representación kinestésico. Utilizamos este sistema, naturalmente, cuando aprendemos un deporte, pero también para muchas otras actividades. Por ejemplo, muchos profesores comentan que cuando corrigen ejercicios de sus alumnos, notan físicamente si algo está mal o bien. O que las faltas de ortografía les molestan físicamente.

Escribir a máquina es otro ejemplo de aprendizaje kinestésico. La gente que escribe bien a máquina no necesita mirar donde está cada letra, de hecho, si se les pregunta dónde está una letra cualquiera puede resultarles difícil contestar, sin embargo, sus dedos saben lo que tienen que hacer.

Aprender utilizando el sistema kinestésico es lento, mucho más lento que con cualquiera de los otros dos sistemas, el visual y el auditivo. Se necesita más tiempo para aprender a escribir a máquina sin necesidad de pensar en lo que uno está haciendo que para aprenderse de memoria la lista de letras y símbolos que aparecen en el teclado.

El aprendizaje kinestésico también es profundo

Nos podemos aprender una lista de palabras y olvidarlas al día siguiente, pero cuando uno aprende a montar en bicicleta, no se olvida nunca. Una vez que sabemos algo con nuestro cuerpo, que lo hemos aprendido con la memoria muscular, es muy difícil que se nos olvide.

Los alumnos que utilizan preferentemente el sistema kinestésico necesitan, por tanto, más tiempo que los demás. Decimos de ellos que son lentos. Esa lentitud no tiene nada que ver con la falta de inteligencia, sino con su distinta manera de aprender.

Los alumnos kinestésicos aprenden cuando hacen cosas como, por ejemplo, experimentos de laboratorio o proyectos. El alumno kinestésico necesita moverse. Cuando estudian muchas veces pasean o se balancean para satisfacer esa necesidad de movimiento. En el aula buscarán cualquier excusa para levantarse y moverse. Se estima que un 40% de las personas es visual, un 30% auditiva y un 30% kinestésica (P. Cazau., 2010).

Así mismo, el comportamiento según el sistema de representación preferido (según P. Cazau, 2010), puede ser sintetizado en el siguiente cuadro:

Tabla 4

Comportamiento según sistema de representación.

	Visual	Auditivo	Kinestésico
Conducta	Organizado, ordenado, observador y tranquilo. Preocupado por su aspecto. Voz aguda, barbilla levantada. Se le ven las emociones en la cara.	Habla solo, se distrae fácilmente. Mueve los labios al leer. Facilidad de palabra, No le preocupa especialmente su aspecto. Monopoliza la conversación. le gusta la música. Modula el tono y timbre de voz. Expresa sus emociones verbalmente.	Responde a las muestras físicas de cariño. le gusta tocarlo todo. se mueve y gesticula mucho. Sale bien arreglado de casa, pero en seguida se arruga, porque no para. Tono de voz más bajo, pero habla alto, con la barbilla hacia abajo. Expresa sus emociones con movimientos.
Aprendizaje	Aprende lo que ve. Necesita una visión	Aprende lo que oye, a base de repetirse a sí	Aprende con lo que toca y lo que hace.

	detallada y saber a mismo paso a paso Necesita estar	dónde va. Le cuesta todo el proceso. Si se involucrado	recordar lo que oye olvida de un solo paso personalmente en	se pierde. No tiene alguna actividad.
		una visión global.		
Lectura	Le gustan las descripciones, a veces se queda con la mirada pérdida, imaginándose la escena.	Le gustan los diálogos y las obras de teatro, evita las descripciones largas, mueve los labios y no se fija en las ilustraciones	Le gustan las historias de acción, se mueve al leer. No es un gran lector.	
Ortografía	No tiene faltas. "Ve" las palabras antes de escribirlas	Comete faltas. "Dice" las palabras y las escribe según el sonido.	Comete faltas. Escribe las palabras y comprueba si "le dan buena espina".	
Memoria	Recuerda lo que ve, por ejemplo, las caras, pero no los nombres.	Recuerda lo que oye. Por ejemplo, los nombres, pero no las caras.	Recuerda lo que hizo, o la impresión general que eso le causo, pero no los detalles.	
Imaginación	Piensa en imágenes. Visualiza de manera Detallada.	Piensa en sonidos, no recuerda tantos detalles.	Las imágenes son pocas y poco detalladas, siempre en movimiento.	
Almacenamiento de la información	Rápidamente y en cualquier orden	De manera secuencial y por bloques enteros (por lo que se pierde si le preguntas por un	Mediante la "memoria muscular"	

		elemento aislado o si le cambias el orden de las preguntas.	
Durante los periodos de inactividad	Mira algo fijamente, dibuja, lee.	Canturrea para si mismo o habla con alguien.	Se mueve.
Comunicación	Se impacienta si tiene que escuchar mucho rato seguido. Utiliza palabras como "ver, aspecto...	Le gusta escuchar, pero tiene que hablar ya. Hace largas y repetitivas descripciones. Utiliza palabras como "sonar, ruido."	Gesticula al hablar. No escucha bien. Se acerca mucho a su interlocutor, se aburre en seguida. Utiliza palabras como "tomar, impresión..."
Se distrae	Cuando hay movimiento o desorden visual, sin embargo, el ruido no le molesta demasiado	Cuando hay ruido.	Cuando las explicaciones son básicamente auditivas o visuales y no le involucran de alguna forma

Nota. Comportamiento según sistema de representación según P. Cazau (2010).

El modelo 4MAT

El Modelo 4MAT, creado por Bernice McCarthy en 1987, se fundamenta en tres teorías clave: la Pedagogía Instrumentalista de John Dewey, la Teoría del Aprendizaje Experimental de David Kolb, y la Teoría de los Tipos de Personalidad de Carl Jung. Este modelo surge como una extensión de la teoría de Kolb, integrando de manera equilibrada las tensiones entre las experiencias concretas y las conceptualizaciones abstractas. McCarthy estructuró el modelo para organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera comprensiva, favoreciendo que los

estudiantes conecten la teoría con la práctica y participen activamente en su propio proceso de aprendizaje. Esta metodología busca atender las necesidades individuales de los estudiantes, facilitando una mayor comprensión y aplicación práctica del conocimiento adquirido.

El 4MAT se distingue por su capacidad para equilibrar los estilos de aprendizaje y el enfoque cerebral, permitiendo que las lecciones se estructuren de manera que involucre ambos hemisferios del cerebro. El modelo se organiza en torno a un ciclo de aprendizaje de ocho pasos, que guía a los estudiantes desde experiencias concretas hasta reflexiones profundas y la aplicación práctica de los conceptos. Este ciclo permite a los estudiantes experimentar, conceptualizar, aplicar y reflexionar sobre lo aprendido, asegurando que todos, independientemente de su estilo de aprendizaje, pasen por todas las fases del proceso para obtener un entendimiento integral del material. Aunque algunos estudiantes pueden preferir ciertas fases del ciclo, McCarthy destaca que es necesario transitar por todas ellas para lograr un aprendizaje significativo.

El ciclo de ocho pasos del 4MAT está diseñado para que los estudiantes desarrollen no solo una comprensión teórica de los conceptos, sino también su aplicación en contextos reales. Esto se logra a través de un proceso que combina la experiencia concreta, la conceptualización abstracta, la reflexión y la acción. Este enfoque multidimensional fomenta la participación activa de los estudiantes, quienes no solo reciben la información de manera pasiva, sino que interactúan con ella y la transforman en conocimientos útiles para su vida profesional. Además, el sistema permite que los estudiantes construyan su propio significado del aprendizaje, lo que implica vincular la nueva información con el conocimiento previo y participar activamente en su proceso educativo.

Uno de los elementos más importantes del 4MAT es su flexibilidad, lo que lo convierte en un modelo efectivo para diversas disciplinas. La investigación de Bowers (1985), por ejemplo, mostró que la implementación del 4MAT en la enseñanza de física a nivel de bachillerato produjo resultados positivos en términos de apropiación del conocimiento. Otros estudios han demostrado su eficacia en diversas áreas de estudio, lo que resalta su capacidad para adaptarse a diferentes contextos educativos. Esto refuerza la idea de que el 4MAT es una herramienta

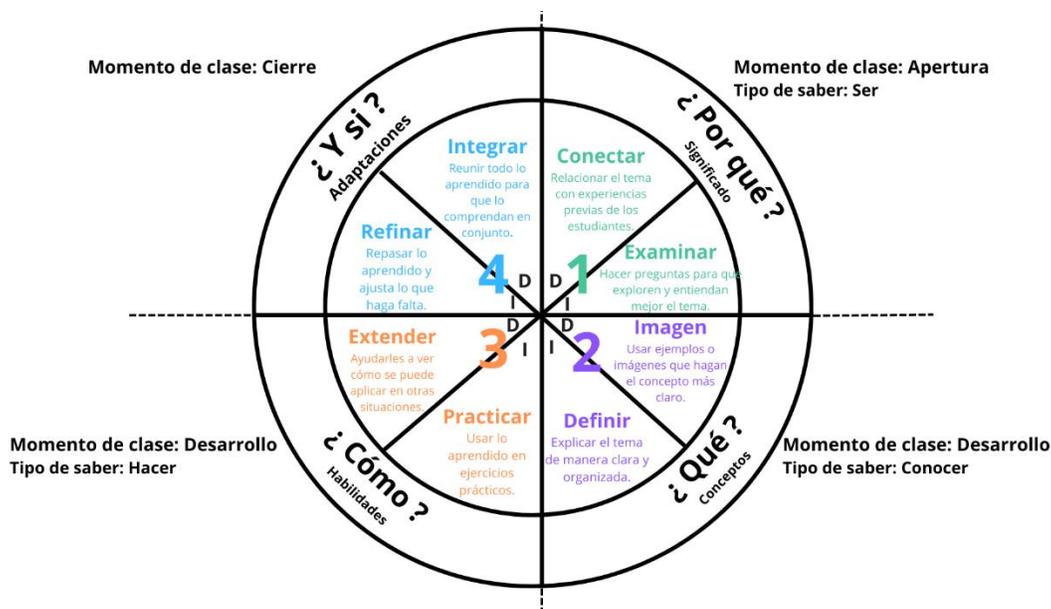
potente para mejorar el rendimiento académico cuando se implementa correctamente, ya que promueve un aprendizaje dinámico y más profundo.

El 4MAT también clasifica los estilos de aprendizaje en cuatro categorías: imaginativos, analíticos, con sentido común y dinámicos. Los estudiantes imaginativos suelen ser aquellos que buscan el valor personal en el aprendizaje y disfrutan de las discusiones en grupos pequeños. Los analíticos prefieren un enfoque metódico, donde la exactitud y las reglas son clave para comprender los conceptos. Los estudiantes con sentido común tienden a enfocarse en la aplicabilidad práctica de lo aprendido, mientras que los dinámicos disfrutan de la libertad creativa y prefieren descubrir las cosas por sí mismos. Cada uno de estos estilos se relaciona con las distintas fases del ciclo de aprendizaje, lo que asegura que el 4MAT cubra una amplia gama de preferencias educativas.

El objetivo principal del sistema 4MAT es ayudar a los estudiantes a construir un significado personal del aprendizaje, permitiendo que cada estudiante sea parte activa de su proceso educativo. Este enfoque implica no solo recibir información, sino también reflexionar sobre ella y aplicarla en situaciones prácticas. Al hacer esto, el 4MAT fomenta un aprendizaje significativo que conecta los conceptos teóricos con aplicaciones reales en la vida académica y profesional de los estudiantes. Además, el modelo proporciona oportunidades para la expresión personal, el trabajo en equipo y la discusión colaborativa, lo que refuerza el aprendizaje activo.

Figura 2

Ocho pasos por McCarthy para implementación de ciclos de aprendizaje



Nota. Ciclo de aprendizaje de McCarty. Elaborado por el investigador a partir de McCarty 2018.

Origen y concepto del aula invertida o flipped classroom

Fueron Jonathan Berg Mann y Aaron Sams, dos profesores de química de la Woodland Park High School en Colorado (EEUU), los que consolidaron el término «flipped classroom» que puede traducirse como aula invertida o aula al revés. Actuaron movidos por un objetivo común: conseguir que los alumnos que por diversos motivos no habían podido asistir a clase fueran capaces de seguir el ritmo del curso y no resultaran perjudicados por la falta de asistencia.

Se decidió grabar los contenidos docentes a través de un software que permitía capturar en vídeo las presentaciones en Power Point narradas, y distribuirlos entre sus alumnos. Sin embargo, poco a poco se dieron cuenta de que las grabaciones no sólo las utilizaban aquéllos que no habían podido ir a clase, sino la generalidad de sus estudiantes. De este modo comenzaron a invertir su método de enseñanza remitiendo vídeos de las lecciones para que las visualizaran en casa antes de la clase y reservando las horas presenciales para realizar proyectos

con los que poner en práctica los conocimientos adquiridos y resolver dudas relacionadas con la materia explicada.

Según indica (Tortosa et al. 2016). Un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve desde el espacio de aprendizaje colectivo hacia el espacio de aprendizaje individual, y el espacio resultante se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo en el que el educador guía a los estudiantes a medida que se aplican los conceptos y puede participar creativamente en la materia.

Un modelo didáctico en el cual los estudiantes aprenden nuevo contenido a través de video- tutoriales en línea, habitualmente en casa; y lo que antes solían ser los “deberes” (tareas asignadas), se realizan ahora en el aula con el profesor ofreciendo orientación más personalizada e interacción con los estudiantes

Por tanto, a nuestro modo de ver, la idea básica inherente a este modelo educativo sería la de promover que el alumno trabaje por sí mismo y fuera del aula los conceptos teóricos a través de diversas herramientas que el docente pone a su alcance, principalmente vídeos o podcasts grabados por su profesor o por otras personas (pero no exclusivamente), y el tiempo de clase se aproveche para resolver dudas relacionadas con el material.

Realizar prácticas y abrir foros de discusión sobre cuestiones controvertidas. Y es que como señalan Beesley y Apthorp, es casi cuatro veces más efectivo que los estudiantes tengan la oportunidad de practicar sus habilidades en clase con el feedback formativo del maestro, que la realización de tareas o deberes fuera del aula, porque en este último caso los profesores tienen pocas oportunidades de supervisión (Tortosa et al. 2016).

Es importante señalar que, aunque con este método pedagógico el alumno trabaja de forma autónoma, nunca lo hace sólo porque el profesor actúa de guía en su proceso de aprendizaje, seleccionando los contenidos que debe estudiar, asimilar y retener, poniéndolos a su disposición a través de diversos medios y estando en constante comunicación con él. Lo único que implica es un cambio de roles respecto al modelo tradicional ya que el alumno debe colaborar activamente en su propio aprendizaje.

Ventajas e inconvenientes del uso del modelo del aula Invertida

El modelo expuesto tiene fervientes defensores que ensalzan sus ventajas, pero también detractores que las rebaten.

a) Incrementa el compromiso del alumnado porque éste se hace corresponsable de su aprendizaje y participa en él de forma activa mediante la resolución de problemas y actividades de colaboración y discusión en clase.

b) Permite que los alumnos aprendan a su propio ritmo ya que tienen la posibilidad de acceder al material facilitado por el profesor cuándo quieran, desde donde quieran y cuantas veces quieran.

c) Favorece una atención más personalizada del profesor a sus alumnos y contribuye al desarrollo del talento.

d) Fomenta el pensamiento crítico y analítico del alumno y su creatividad.

e) Mejora el ambiente en el aula y la convierte en un espacio donde se comparten ideas, se plantean interrogantes y se resuelven dudas, fortaleciendo de esta forma también el trabajo colaborativo y promoviendo una mayor interacción alumno-profesor.

f) Al servirse de las TICs para la transmisión de información, este modelo conecta con los estudiantes de hoy en día, los cuales están acostumbrados a utilizar Internet para obtener información e interacción.

g) Involucra a las familias en el proceso de aprendizaje.

Frente a los beneficios citados, también se han puesto de relieve desventajas y críticas al modelo (Acedo, 2013). Entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

a) Puede suponer una barrera para aquellos alumnos que no tienen acceso a un ordenador o a una conexión si bien este argumento es cierto, también lo es que en la Universidad de Alicante los alumnos matriculados cuentan con múltiples salas de informática con ordenadores a su disposición (tanto en las bibliotecas como en los aularios) donde podrían visualizar los contenidos facilitados por el profesor. Por tanto, no

considero que este argumento constituya un inconveniente importante para aplicar con éxito este método en nuestras aulas.

b) Exige la implicación de los alumnos para que tenga éxito porque si no han trabajado previamente los materiales, la clase no será provechosa

c) Implica mucho más trabajo tanto para el profesor como para el alumno ya que les obliga a realizar actividades adicionales al trabajo presencial (por ejemplo, la grabación y edición de los vídeos para los primeros o la resolución de cuestionarios de control para los segundos.

d) Se incrementa el tiempo frente a una pantalla en detrimento de la relación con otras personas

e) No todos los alumnos tienen la misma capacidad para aprender de forma autónoma a través de vídeos o podcasts. Sin embargo, si bien esto es cierto, creo que esta crítica podría superarse teniendo en cuenta que precisamente estas carencias se tratan de resolver en el aula y a través del constante feedback con el profesor.

El material audiovisual como principal herramienta de transmisión de información al alumnado en el modelo «flipped»: particular referencia a su utilización en los estudios de Derecho

Consideraciones de modelo del aula invertida

El modelo flipped learning consigue cubrir todas las fases o niveles de la conocida Taxonomía de Bloom, ya que, cuando el alumno afronta el trabajo previo fuera del aula ejercita las tres primeras, esto es, conocimiento, comprensión y aplicación (habilidades o procesos cognitivos considerados de orden inferior) y en la propia clase trabaja los procesos cognitivos de mayor complejidad, esto es, el análisis, la evaluación y la creación (Bloom & Krathwohl., 1956).

El trabajo en el aula puede desarrollarse aplicando diferentes metodologías, tales como la instrucción entre pares, el aprendizaje basado en problemas o el aprendizaje colaborativo (Fortanet et al, 2016). Por lo que se refiere al trabajo fuera de clase, si bien es cierto que el

modelo aula invertida no consiste sólo en grabar vídeos, sino que se trata de un enfoque integral para incrementar el compromiso y la mejora.

Teniendo en cuenta las distintas consideraciones sobre el método de aula invertida, surge la necesidad de revisar la literatura científica publicada para comprobar la influencia que presenta el aula invertida en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Es primordial determinar qué tipo de influencia tiene realmente una metodología emergente para poder constatar si su aplicación es beneficiosa para el estudiante.

Según indica (Martinez, W. Et al., 2014). El aula invertida o modelo invertido de aprendizaje, como su nombre lo indica, pretende invertir los momentos y roles de la enseñanza tradicional, cátedra, habitualmente impartida por donde la en horas el profesor, pueda ser atendida extra-clase por el estudiante mediante herramientas multimedia; de manera que las actividades de práctica, usualmente asignadas para el hogar, puedan ser ejecutadas en el aula a través de métodos interactivos de trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y realización de proyectos (Coufal., 2014).

El término aula invertida, originalmente acuñado por Lage, Platty Treglia (2000) como inverted classroom (IC) fue usado para detallar la estrategia de clase implementada en una asignatura específica (Economía) aunque se refiere el empleo de técnicas similares en todas aquellas disciplinas en las que el profesor solicita el acercamiento a temas específico previos a la clase (Talbert & Tucker., 2012). La diferencia propuesta en el aula invertida es el uso de tecnología multimedia (videoconferencias, presentaciones) para acceder al material de apoyo fuera del aula, lo cual lo clasifica dentro de los modelos mediados por tecnología.

En 2012, el modelo fue popularizado por Berg Mann y Sams, denominándolo flipped model (FCM) o aula volteada, término classroom educativo más reconocido en el nivel básico en Estados Unidos (Coufal & Talbert, 2014). En este documento se referirá el modelo como aula invertida o aula volteada, ya que ambas aceptaciones son válidas.

La expansión del FCM se debió a la difusión de los videos de Berg Mann y Sams en la Red, ganando a deptos. hasta formalizar la organización denominada The Flipped Learning Network.

Asemejándose, en 2004 Salman Khan inició un esquema de tutoría en YouTube, dando pie al Khan Academy, herramienta muy difundida para la obtención de material audiovisual.

Según (Lage et al., 2000). Basaron la elaboración de su propuesta en la revisión de la literatura sobre las implicaciones del estilo de aprendizaje en el aula. se basan en la necesidad de emparejar los diferentes tipos de aprendizaje de los múltiples estudiantes congregados en un grupo y el estilo de enseñanza del profesor. Con dicha premisa, el uso del multimedia es considerado como un instrumento que permite al estudiante elegir el mejor método y espacio para adquirir el conocimiento declarativo a su propio ritmo, especialmente si el material se encuentra en la Web o es de fácil acceso; transfiriendo la responsabilidad del aprendizaje de contenidos, la organización de su práctica a fin de guiar las actividades hacia la meta trazada (Bristol., 2014).

Figura 3

implicaciones del estilo de aprendizaje



Nota. Componentes de un Aula Virtual.

Marco metodológico

El presente marco metodológico describe una investigación cuasi-experimental sobre la incidencia del método 4MAT en el aprendizaje de matemáticas básicas entre estudiantes de odontología de la Universidad Católica Redemptoris Mater. El estudio se desarrolla en dos fases: durante el primer parcial del primer semestre, los estudiantes utilizan el método tradicional para el aprendizaje de la matemática básica; en el segundo parcial, se implementa el método 4MAT. La comparación de los resultados obtenidos en ambos parciales permitirá determinar si el uso del 4MAT mejora significativamente la comprensión teórica y la aplicación práctica de las matemáticas en contextos clínicos.

Tipo de investigación

Enfoque de investigación.

La investigación sobre la aplicación del Método 4MAT para la enseñanza de las matemáticas en la carrera de odontología se clasifica bajo un enfoque mixto. Esto se debe a que se recurre a un análisis cuantitativo al comparar los promedios generales de los estudiantes antes y después de la aplicación del método 4MAT, en contraste con la enseñanza tradicional. A la par, se incorpora un enfoque cualitativo a través de un instrumento tipo Likert que recoge las percepciones de los estudiantes sobre la metodología implementada. Esta combinación de enfoques proporciona una visión más integral sobre los resultados tanto académicos como las experiencias subjetivas de los estudiantes. Esta mezcla permite obtener datos objetivos y verificables mediante la cuantificación de resultados, y, al mismo tiempo, enriquecer la investigación con las experiencias personales y percepciones de los estudiantes, lo cual es crucial para evaluar la aceptación y percepción de efectividad del método. De esta manera, el enfoque mixto facilita una comprensión amplia y profunda, adecuada para valorar los efectos de un cambio pedagógico de forma completa.

Aplicabilidad.

En cuanto a la aplicabilidad de los resultados, la investigación es claramente aplicada, ya que tiene como objetivo directo mejorar la enseñanza de las matemáticas dentro de un contexto específico: la carrera de odontología. El uso del método 4MAT busca adaptar las estrategias

pedagógicas a las necesidades de los estudiantes de esta disciplina, con la intención de facilitar el aprendizaje y mejorar los resultados académicos. La aplicación de esta metodología tiene un impacto práctico que puede servir como referencia para docentes en campos similares. Al presentar resultados específicos y relevantes para el campo de la odontología, se puede adaptar este enfoque a otras áreas de estudio que requieren la comprensión de conceptos matemáticos aplicados, lo que amplía la aplicabilidad y convierte a esta investigación en una herramienta valiosa para la innovación en otras disciplinas educativas.

Alcance de la investigación.

Con respecto al nivel de profundidad del conocimiento, esta investigación es explicativa, dado que no solo se limita a registrar los cambios en los promedios de los estudiantes, sino que intenta explicar las razones detrás de dichos cambios. La comparación de los resultados académicos bajo el método tradicional y el 4MAT permite analizar los efectos de esta metodología innovadora en la comprensión y rendimiento de los estudiantes, explorando cómo influye en su aprendizaje dentro de una disciplina como la odontología. Al ser explicativa, esta investigación busca no solo observar resultados, sino también entender los factores específicos que contribuyen a la mejora del aprendizaje, aportando información sobre la efectividad del 4MAT y ofreciendo fundamentos teóricos que pueden apoyar o justificar su uso en la enseñanza de materias complejas y específicas.

Temporalidad.

Desde una perspectiva temporal, la investigación se clasifica como un estudio longitudinal. Al comparar los promedios de los estudiantes antes y después de la implementación del método 4MAT, se realiza un seguimiento a lo largo del tiempo para observar las variaciones en el rendimiento académico. Este enfoque temporal permite evaluar de manera más precisa el impacto sostenido del 4MAT en los resultados de los estudiantes de odontología. Mediante este seguimiento, se obtiene una evaluación continua que ayuda a determinar la durabilidad de los beneficios y el nivel de adaptación de los estudiantes al método, ofreciendo una perspectiva a largo plazo sobre su efectividad y proporcionando datos fundamentales para decisiones de aplicación futura en la educación.

Diseño de investigación.

Por último, en términos de diseño, la investigación es de tipo cuasi experimental, ya que aunque no se utiliza una asignación aleatoria, se realiza una comparación estructurada entre los resultados del grupo bajo la metodología tradicional y los resultados obtenidos después de la implementación del 4MAT. Esto permite evaluar la efectividad del método 4MAT en un contexto educativo real, donde las variables no son completamente controladas, pero se puede observar de manera directa su aplicación en la enseñanza. Este tipo de diseño es adecuado para entornos educativos donde la asignación aleatoria no siempre es posible; sin embargo, permite obtener evidencia valiosa sobre el efecto real del método en los estudiantes, ofreciendo así un análisis práctico que refleja la realidad educativa y contribuye a una comprensión auténtica de la efectividad del 4MAT.

Muestra teórica y sujetos de estudio

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.

Métodos y técnicas de recolección de datos

Una encuesta es una técnica de investigación que utiliza procedimientos estandarizados para recoger y analizar datos de una muestra representativa de una población, con el fin de explorar, describir, predecir o explicar características específicas (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2014). Se caracteriza por la obtención de información a través de observaciones indirectas de los hechos, mediante las manifestaciones de los encuestados. La encuesta permite aplicaciones masivas y la obtención de datos sobre una gran variedad de temas, utilizando cuestionarios estandarizados. El proceso incluye etapas como la identificación del problema y la definición de variables. La selección de la muestra debe ser cuidadosa para evitar errores muestrales. La encuesta es útil para obtener datos en gran escala y puede complementar estudios cualitativos. Sin embargo, ¿cómo podemos estar seguros de que las preguntas que formulamos son coherentes entre sí y miden con precisión lo que pretendemos evaluar?, esto requiere una planificación y ejecución precisas para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados.

Validez

La validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir, es decir, que las preguntas diseñadas miden el constructo de la investigación, puesto que integran consideraciones de contenido, criterio y consecuencias. La validez se refiere a la relación que debe existir entre el instrumento y el concepto real que se está intentando medir.

Para revisar la validez del instrumento diseñado, 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.

Confiabilidad

El Alfa de Cronbach evalúa la consistencia interna de un conjunto de preguntas en un cuestionario o encuesta. Si las preguntas están relacionadas entre sí y miden el mismo constructo, no aborda directamente la cuestión de si el instrumento mide el concepto correcto. Puede haber alta consistencia interna entre las preguntas, pero eso no garantiza que estén midiendo el constructo que se supone que deben medir. Por tanto, la confiabilidad expresa el grado de exactitud, consistencia y precisión que posee cualquier instrumento de medición para establecer la fiabilidad del mismo.

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. 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 5

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.

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**, que según la literatura se considera “Excelente”.

Tabla 6*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. Fuente Propia.

Tabla 7*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. Fuente: Propia.

Instrumentos para la recogida de datos

El instrumento (Encuesta de Escala tipo Likert), construido para la recolección de la información considera veinte ítems, agrupados en cuatro factores importantes para el análisis, que permitirán indagar sobre la percepción general de los estudiantes respecto al método de enseñanza tradicional y el método 4mat. Asimismo, permitirá contrastar los materiales didácticos usados en ambos métodos, desde la perspectiva del estudiante.

Todas las preguntas se califican en una escala de uno a cuatro. Las posibles respuestas son:

1. Nunca
2. Algunas veces
3. Casi siempre
4. Siempre

El instrumento utilizado es una variante de la escala Likert, que es un procedimiento bipolar que mide tanto el grado positivo como neutral y negativo de cada ítem. La encuesta como tal, aparece en los anexos.

Procedimientos para el procesamiento y análisis de información

En esta sección se detallan las técnicas empleadas para el análisis cuantitativo, con el objetivo de llevar a cabo un estudio descriptivo que resuma la información recopilada mediante la encuesta. Se prioriza la utilización de medidas de tendencia central, así como de variabilidad y posición, para ofrecer una visión clara y concisa de los datos. Estas medidas permiten identificar patrones y características relevantes dentro de la información recogida, facilitando la interpretación de los resultados. Asimismo, se busca garantizar que el análisis sea riguroso y basado en fundamentos estadísticos sólidos.

Además, se construyeron gráficos de perfil para visualizar la regularidad y el comportamiento de la información en la muestra de estudiantes de odontología que cursaban la asignatura de Matemática General. Estos gráficos permiten una representación visual que complementa el análisis numérico, haciendo más accesible la comprensión de los resultados. A través de esta combinación de técnicas estadísticas y visuales, se pretende obtener una visión integral del desempeño y las percepciones de los estudiantes, contribuyendo así a un entendimiento más profundo de la situación analizada.

Técnicas estadísticas aplicadas

A continuación, se presenta de manera general una descripción del tratamiento que se realizó a la información recolectada mediante la aplicación de la Escala tipo Likert. Además, se plantean aspectos como los objetivos y supuestos por contrastar, luego el procedimiento que se siguió para la aplicación de técnicas estadísticas descriptiva.

Instrumento: Escala tipo Likert

1. Inicio

Objetivos:

- Conocer la actitud de los estudiantes de matemática básica respecto a la calidad de la enseñanza y los tiempos dedicados a la resolución de problemas.
- Comparar la percepción de los estudiantes sobre los tiempos que emplean para resolver ejercicios de matemática básica en clase, con los resultados obtenidos mediante la implementación del modelo 4MAT.
- Evaluar cómo las actividades basadas en el modelo 4MAT impactan en la eficiencia de los estudiantes para resolver problemas de matemáticas, comparando sus tiempos antes y después de aplicar este modelo.
- Reflexionar sobre cómo cambiarían los resultados si se ajustaran los métodos de enseñanza, basados en el modelo 4MAT, para adaptarse mejor a los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Supuestos:

- Los estudiantes de matemática básica tienen una actitud favorable respecto a la calidad de la enseñanza y los tiempos dedicados a la resolución de problemas bajo el modelo 4MAT.
- La percepción de los estudiantes sobre los tiempos que emplean para resolver problemas de matemática básica difiere significativamente de los resultados obtenidos tras la implementación del modelo 4MAT y los datos de referencia antes de aplicar este método.

2. Desarrollo

A continuación, se presenta una explicación de cómo se registró la información y las técnicas que se implementaron para el procesamiento y análisis.

Técnicas de análisis

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

- Enumeración de todas las encuestas, desde 1 hasta n , donde n corresponde al tamaño de la muestra.
- Elaboración del libro de códigos con instrucciones claras, que faciliten la codificación e introducción de los datos.
- Selección del software adecuado para el procesamiento de la información. (en este caso se eligió el SPSS en su versión 27 para Windows).
- Construcción de la base de datos propiamente dicha.
- 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.

Cronograma

El siguiente cronograma detalla las etapas y actividades programadas para el desarrollo de la investigación, desde la delimitación del tema hasta la presentación y defensa final. Cada etapa incluye tareas específicas y responsables, con el apoyo de expertos para asegurar la calidad y validez del proceso. En la fase inicial se realizará una revisión bibliográfica y la formulación de objetivos, seguida de la construcción del marco teórico y la creación de instrumentos de recolección de datos. Posteriormente, se definirán y aplicarán los métodos de análisis, culminando en la redacción de la tesis y su defensa pública. Este cronograma garantiza una planificación adecuada y una distribución clara de responsabilidades, facilitando el seguimiento de los avances y el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Tabla 8

Cronograma de la investigación

Fecha	Etapas	Actividad realizar	a Responsables	Observación
Mayo, 2024	1. Delimitación del Tema	Búsqueda bibliográfica inicial	Equipo de Investigación: José Martín Pereira	MSc. Byron A. Delgado.

		Definición del Problema		MSc. Kevin Rodríguez.
		Formulación de objetivos e hipótesis		Dr. Jesús Mendoza orienta redacción de los objetivos.
		Revisión exhaustiva de literatura		Dr. Jesús Mendoza orienta la elaboración de instrumentos.
		Elaboración de instrumentos		
Junio, 2024	2. Marco Teórico	Piloto de Instrumentos	José Martín Pereira y Dr. Jesús Mendoza	Dr. Antonio Parajón Guevara y Dra. Neylling Griselda Potosme validan como expertos instrumento de recolección de datos (Encuesta de Escala tipo Likert).
		Aplicación de Instrumentos		
Julio, 2024	3. Metodología	Construcción del marco conceptual		Dr. Jesús Mendoza orienta en la construcción y diseño de la investigación
Agosto, 2024		Selección de la metodología	José Martín Pereira	
		Diseño de la Investigación		
	4. Recolección de datos	Procesamiento de Datos	José Martín Pereira	Dr. Jesús Mendoza orienta en procesamiento de datos.
	5. Análisis de Datos	Análisis Estadístico	José Martín Pereira	Dr. Jesús Mendoza orienta

Septiembre, 2024		Interpretación de los Resultados		en análisis e interpretación de los resultados.
	6. Redacción de la Tesis	Revisión y edición Presentación Parcial	José Martín Pereira	Entrega de primer borrador completo.
	7. Presentaciones y Defensas	Entrega y defensa pública de memoria escrita.	José Martín Pereira	Borrador completo, incluye sugerencias del trabajo anterior.

Nota: Cronograma de investigación con etapas, actividades, responsables y observaciones según la distribución de tareas y orientación de expertos. Fuente: propia.

Resultados y 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

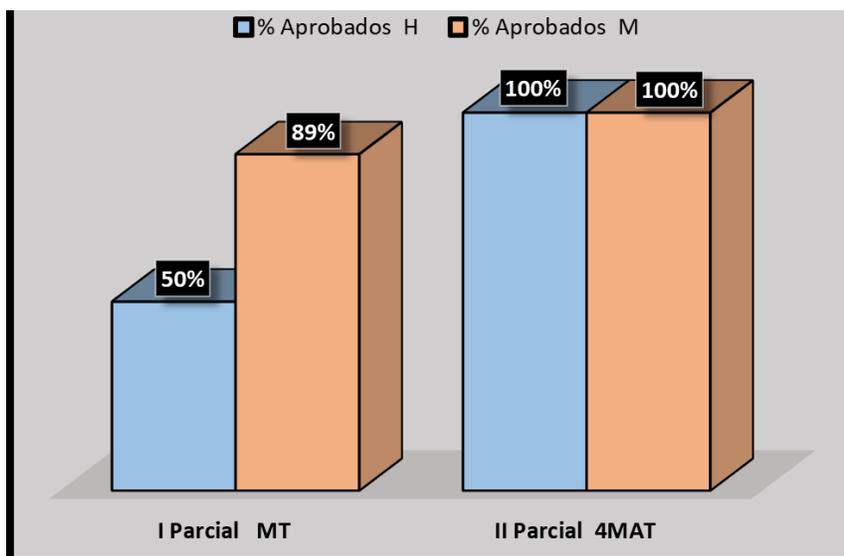
refuerza el aprendizaje al permitir que los estudiantes vean cómo las matemáticas son esenciales en la toma de decisiones clínicas.

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 14% 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 4

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. Fuente propia.

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.

Diseño de agenda y aula virtual con 4MAT. (Ver en Anexos)

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 inicia 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 permite que los estudiantes comprendan por qué es importante aprender estos conceptos, estableciendo una conexión personal y profesional.

Introducir el contenido (Qué): Luego, se presentan 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 reciben 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 aborda 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 tienen 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 reflexionan 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 invita a los estudiantes a proyectarse en situaciones reales donde su dominio de las medidas puede 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 estudian los conceptos esenciales en su propio tiempo (como el sistema métrico y las equivalencias entre unidades), lo

que permite que el tiempo en clase se dedique a la aplicación práctica y la resolución de problemas. Esta metodología promueve la autonomía de los estudiantes y permite que lleguen 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 conectan los conceptos con su relevancia en la odontología (4MAT), luego estudian los contenidos teóricos por su cuenta (aula invertida), y finalmente aplican estos conocimientos en contextos clínicos reales, lo que refuerza su aprendizaje de manera significativa.

Planes de clase con el MT y con el 4MAT

Diseño de una clase sobre la conversión de unidades dentro del sistema métrico decimal utilizando el método el MT. (Ver en Anexo).

La conversión de unidades dentro del sistema métrico decimal es un aspecto fundamental en la formación de los estudiantes, especialmente en campos como la odontología, donde la precisión en las mediciones es crucial para el éxito clínico. Este diseño de clase se centrará en enseñar a los estudiantes cómo realizar conversiones de manera efectiva mediante el Método Tradicional, que se basa en la exposición directa a la teoría y la práctica de ejercicios. A lo largo de la clase, se presentarán los conceptos básicos de las unidades de medida, así como las relaciones entre ellas, para que los estudiantes puedan comprender cómo funcionan las conversiones. A través de ejemplos prácticos y ejercicios, se buscará que los estudiantes desarrollen confianza y competencia en esta habilidad matemática esencial. Al finalizar la clase, se espera que los estudiantes sean capaces de aplicar sus conocimientos en situaciones reales, mejorando así su preparación para el ámbito clínico.

Diseño de una clase sobre la conversión de unidades dentro del sistema métrico decimal utilizando el método 4MAT. (Ver en Anexo).

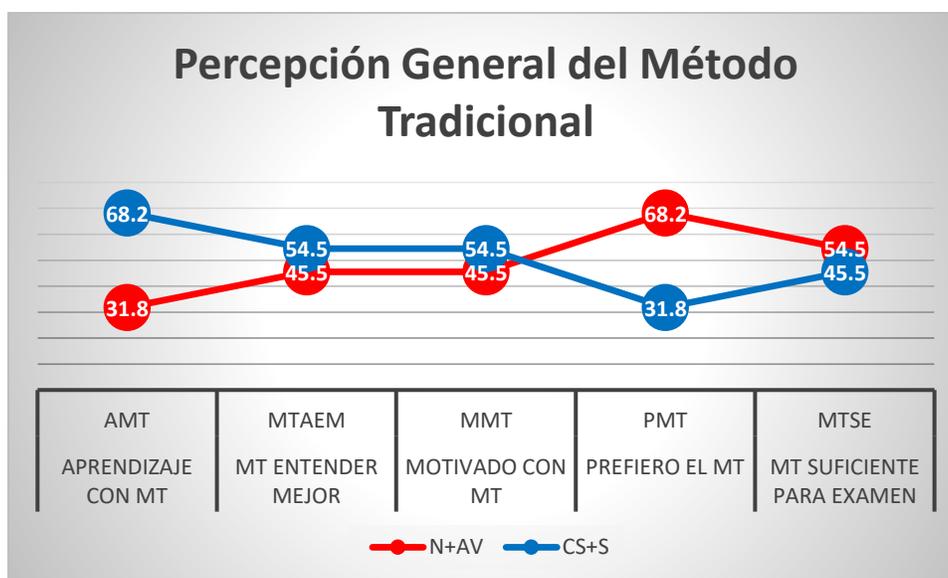
La conversión de unidades dentro del sistema métrico decimal es una habilidad esencial en diversas disciplinas, especialmente en áreas técnicas como la odontología, donde la precisión en las mediciones es fundamental. Este diseño de clase tiene como objetivo enseñar a los estudiantes a realizar conversiones de manera efectiva y a comprender su importancia en situaciones clínicas. Utilizando el método 4MAT, que combina teoría y práctica a través de cuatro fases: conexión personal, introducción teórica, práctica experimental y aplicación concreta, se busca fomentar un aprendizaje significativo. Este enfoque permitirá a los estudiantes no solo memorizar fórmulas, sino también aplicar sus conocimientos en contextos reales. La clase será interactiva y participativa, promoviendo la motivación y el compromiso de los estudiantes mientras adquieren habilidades prácticas esenciales para su futura carrera en odontología. Así, se espera que los estudiantes se sientan más seguros y competentes en el uso de las matemáticas en su trabajo diario.

Análisis cuantitativo de instrumento de escala Likert.

La incidencia del método 4MAT en el rendimiento académico de los estudiantes de odontología, medida mediante la escala Likert, permite evaluar de manera detallada cómo este enfoque 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 5

Factor percepción general del MT



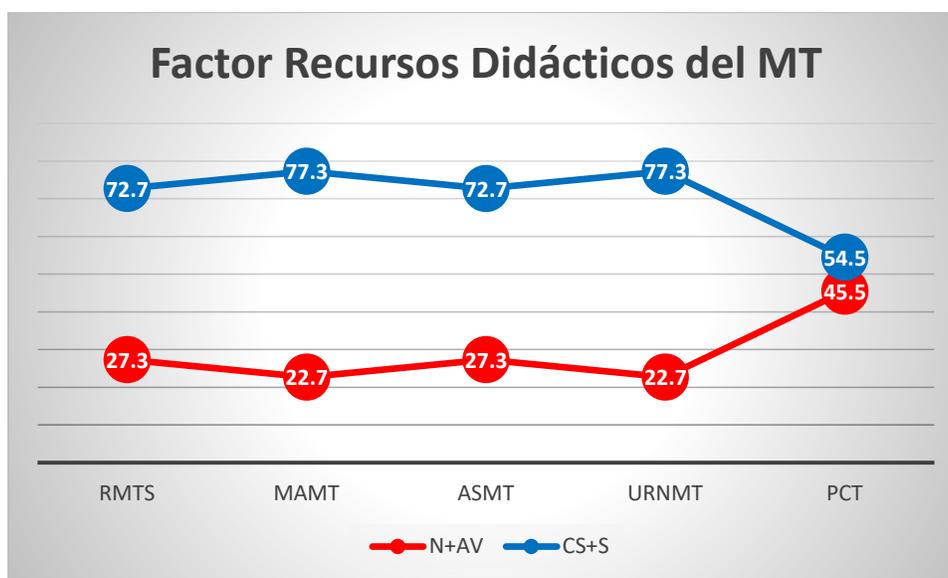
Nota: La figura muestra la Percepción general de los estudiantes de Odontología del Uso del Método Tradicional (MT). Fuente Propia.

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 6

Factor recursos didácticos del MT

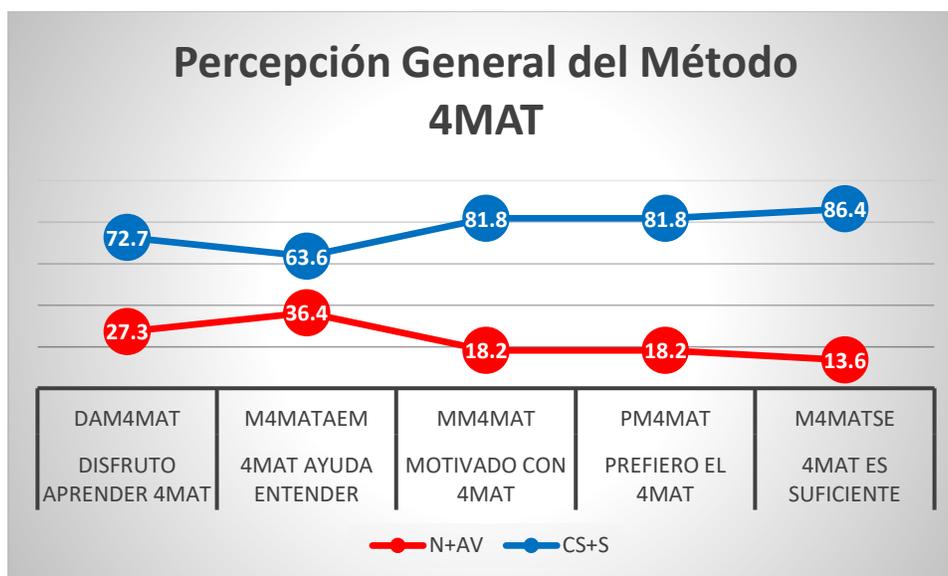


Nota: La figura muestra la utilización de los recursos didácticos del Método Tradicional(MT) en estudiantes de Odontología. Fuente propia.

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 7

Factor percepción general del 4MAT

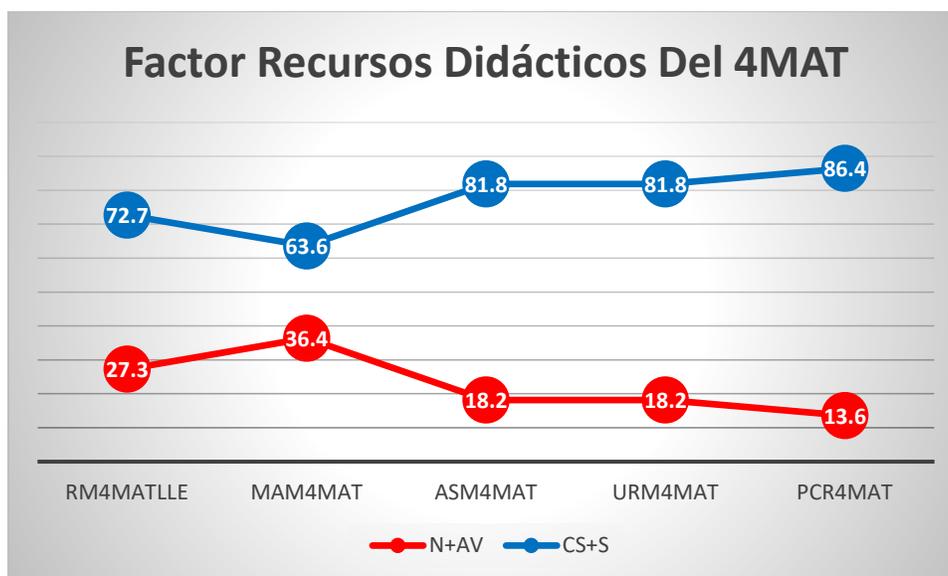


Nota: Este gráfico presenta la descripción general que tienen los estudiantes de odontología sobre el método 4MAT. Fuente propia.

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 8

Factor recursos didácticos del 4MAT



Nota: Este gráfico presenta el uso de los recursos didácticos utilizados en el método 4MAT en estudiantes de Odontología. Fuente propia.

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 9
Perfil global sobre 4MAT vs MT (SPSS)

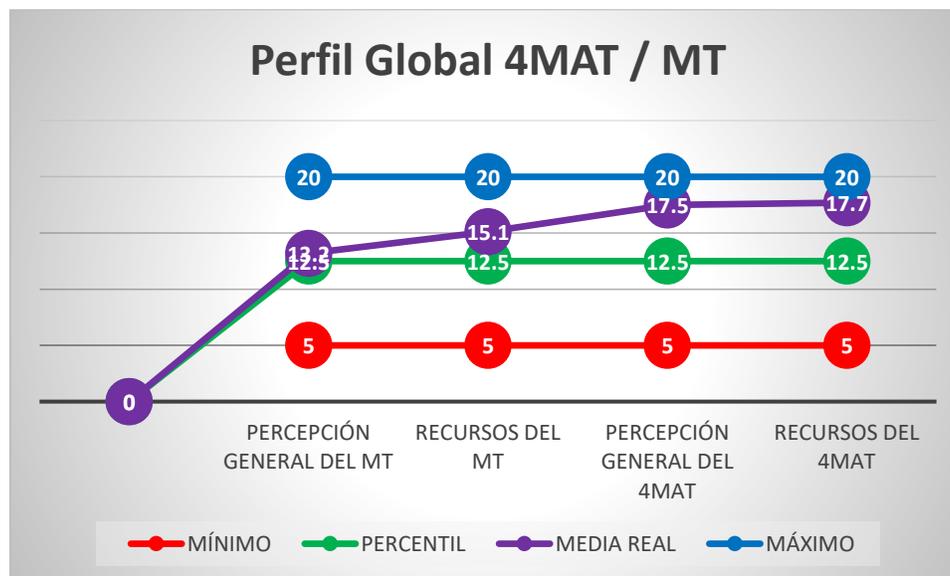
		Estadísticos			
Frecuencias		PGMT	RMT	PG4MAT	R4MAT
N	Válidos	22	22	22	22
	Perdidos	0	0	0	0
Media		13.1818	15.1364	17.4545	17.6818
Mediana		13.0000	20.0000	20.0000	20.0000
Moda		13.00	17.00 ^a	20.00	20.00

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.
 Fuente Propia.

Figura 9

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. Fuente Propia.

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.

Conclusiones

Conclusiones con base a los objetivos

Revisión del estado del arte: La investigación confirmó que los principios del método 4MAT están respaldados en la literatura académica, especialmente en áreas técnicas y científicas donde la conexión entre teoría y práctica es esencial. Este método se distingue por su capacidad para estructurar el aprendizaje en fases que permiten una comprensión más profunda de conceptos teóricos a través de experiencias prácticas. Esto resalta la relevancia de su aplicación en la enseñanza de matemáticas básicas en la carrera de odontología, donde es fundamental validar empíricamente los conocimientos adquiridos.

Diseño del plan de enseñanza: El plan de enseñanza diseñado incorporó de manera efectiva los principios del método 4MAT, creando un entorno pedagógico que integra experiencias concretas con reflexiones abstractas. Esto permitió a los estudiantes relacionar conceptos matemáticos con situaciones clínicas reales, mejorando su participación y compromiso. Ejemplos prácticos, como la conversión de unidades de masa, demostraron ser especialmente eficaces en la consolidación de su comprensión y en la retención del conocimiento, evidenciando que este enfoque no solo facilita el aprendizaje, sino que también lo hace relevante para su futura práctica profesional.

Aplicación del aula virtual: La implementación del aula virtual basada en el método 4MAT demostró ser altamente efectiva para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de odontología. El diseño adecuado del aula virtual proporcionó un entorno interactivo que favoreció la participación activa y el acceso a recursos educativos. La selección de casos prácticos permitió a los alumnos aplicar conceptos matemáticos en contextos reales, lo que fomentó un aprendizaje significativo. Sin embargo, se identificaron desafíos iniciales en el uso de la plataforma por parte de algunos estudiantes, los cuales se abordaron mediante estrategias de apoyo técnico, lo que garantizó un entorno de aprendizaje más inclusivo y accesible.

Evaluación del rendimiento académico: 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. Al pasar con un porcentaje de aprobación con el método tradicional del 50% para los hombres y 89% para las mujeres en el primer parcial bajo un

enfoque tradicional, a un 100% en ambos sexos en el segundo parcial con el método 4MAT, se evidencia la efectividad de este enfoque en facilitar un aprendizaje dinámico y adaptado a los diferentes estilos de los estudiantes. Esto respalda la hipótesis de que el método 4MAT contribuye a un aprendizaje significativo en matemáticas básicas, sugiriendo la necesidad de investigaciones futuras que evalúen su impacto en muestras más amplias y en períodos prolongados para obtener una evaluación más completa de sus beneficios en la formación de los futuros odontólogos.

Perspectivas de futuro

Con base en los resultados obtenidos, se sugieren las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones:

1. Se sugiere realizar estudios con una muestra más amplia y diversa para validar la efectividad del método 4MAT en diferentes contextos de enseñanza, lo que podría permitir una generalización más robusta de los resultados obtenidos.
2. Crear y adaptar recursos didácticos específicos para el método 4MAT en matemáticas básicas, que incluyan materiales visuales, interactivos y prácticos, para enriquecer aún más el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de odontología.
3. Establecer programas de capacitación y desarrollo profesional para docentes en el uso del método 4MAT, asegurando que tengan las habilidades necesarias para implementarlo eficazmente y adaptar su enseñanza a los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes.
4. Fomentar la colaboración entre distintas disciplinas dentro de la formación odontológica para diseñar proyectos interprofesionales que utilicen el método 4MAT, lo que puede fortalecer la conexión entre matemáticas y otras áreas relevantes como la biología y la química.
5. Continuar desarrollando y optimizando aulas virtuales que incorporen el método 4MAT, asegurando que sean intuitivas y accesibles para todos los estudiantes, especialmente aquellos con menor familiaridad con la tecnología.

6. Realizar investigaciones que analicen cómo los diferentes estilos de aprendizaje impactan la efectividad del método 4MAT en el contexto de la enseñanza de matemáticas, lo que podría permitir personalizar aún más el enfoque pedagógico.
7. Implementar un sistema de seguimiento a largo plazo que evalúe cómo el aprendizaje de matemáticas a través del método 4MAT influye en la práctica clínica de los estudiantes de odontología a medida que avanzan en su carrera profesional.
8. Explorar la aplicación del método 4MAT en otras asignaturas de la carrera de odontología, como anatomía o farmacología, para evaluar si esta metodología también mejora la comprensión y retención de conocimientos en esas áreas.
9. Para maximizar los beneficios del método, es fundamental que los docentes reciban formación específica sobre cómo adaptar el 4MAT al contexto de las matemáticas básicas en odontología. Esto garantizará que puedan implementar todas las fases del ciclo de manera efectiva.
10. Es importante profundizar en las áreas de insatisfacción o dificultades percibidas por los estudiantes, como el porcentaje que considera que el 4MAT no facilita la comprensión, para ajustar y mejorar la metodología.
11. Diseñar problemas matemáticos que estén contextualizados en el ámbito clínico puede facilitar la transferencia de conocimiento teórico a la práctica, mejorando la relevancia del contenido para los futuros odontólogos.

Referencias

- Artamonova, I., Mosquera, J. C., Ramírez, M. H., & Mosquera, J. D. (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 PRACTICA 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, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. B. (2021). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.

Suárez, O. J., & Mora, C. (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.

Anexos

Instrumento de recolección de datos (Encuesta de escala tipo Likert)

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD CATÓLICA (UNICA).

ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES

Estimado estudiante, en el contexto del desarrollo de las clases de matemática básica, estamos aplicando esta encuesta con el objetivo de obtener información sobre la aplicación del método 4mat y su influencia en el aprendizaje significativo de la Matemática Básica en estudiantes de la carrera de Odontología en la Universidad Católica Redemptoris Mater durante el primer semestre de 2024.

I. Datos generales:

Participantes: Estudiantes de Primer año de Odontología de la asignatura de Matemática Básica

Lugar: Universidad Católica Redemptoris Mater

Fecha: 12 de junio del 2024.

Investigador: José Martín Pereira Ortega

Sexo: _____

II. ORIENTACIONES PARA EL LLENADO

A continuación, valora cada uno de los aspectos que se presentan, teniendo en cuenta los diferentes métodos aplicados a la enseñanza (Tradicional y el método 4MAT). Califica escribiendo una X que representa tu realidad y de acuerdo a la siguiente escala:

Siempre 	Casi siempre 	Nunca 
Algunas veces 	Casi Nunca 	

MÉTODO TRADICIONAL						
Nº	PERCEPCIÓN GENERAL DEL MÉTODO TRADICIONAL					
1	Me gusta aprender con el método tradicional (lectura, memorización, etc.).					
2	El método tradicional me ayuda a entender mejor los temas.					
3	Me siento motivado/a cuando usamos el método tradicional en clase.					
4	Prefiero el método tradicional a otras formas de aprendizaje.					
5	Considero que el método tradicional es suficiente para prepararme para los exámenes.					
RECURSOS Y APOYO EN EL MÉTODO TRADICIONAL						
6	Los recursos que usamos en el método tradicional son suficientes.					

7	Mis maestros me apoyan bien cuando usamos el método tradicional.					
8	Me siento más seguro/a cuando usamos recursos tradicionales (libros, cuadernos, etc.).					
9	Los recursos tradicionales están bien organizados en mi escuela.					
10	Prefiero tener clases con recursos tradicionales en lugar de otros métodos.					

CON EL MÉTODO 4MAT.						
Nº	PERCEPCIÓN GENERAL DEL MÉTODO 4MAT					
11	Disfruto aprender con el método 4MAT.					
12	El método 4MAT me ayuda a entender mejor los temas.					
13	Me siento motivado/a cuando utilizamos el método 4MAT en clase.					
14	Prefiero el método 4MAT a otras formas de aprendizaje.					
15	Siento que el método 4MAT es suficiente para prepararme para los exámenes.					

RECURSOS Y APOYO CON EL MÉTODO 4MAT						
16	Los recursos utilizados en el método 4MAT son suficientes.					
17	Mis maestros me apoyan bien cuando utilizamos el método 4MAT.					
18	Me siento más seguro/a cuando utilizamos recursos del método 4MAT.					
19	Los recursos del método 4MAT están bien organizados en mi escuela.					
20	Prefiero tener clases con recursos del método 4MAT en lugar de otros métodos.					

Validación de instrumentos por expertos

Figura 1

Observaciones del validador 01

OBSERVACIONES GENERALES DEL VALIDADOR

Instrumento de recolección de datos (Encuesta de Escala tipo Likert) en el estudio denominado: "Incidencia del Método 4MAT en el aprendizaje significativo de la Matemática Básica en estudiantes de la carrera de Odontología en la Universidad Católica Redemptoris Mater durante el primer semestre de 2024".

FECHA: 07-06-24

NOMBRES DE LOS INTEGRANTES: _____

José Martín Pereira Ortega

REVISIÓN No.: _____

1. Pertinencia de las preguntas con los objetivos:

Excelente: (X) Muy Buena: () Suficiente: () Insuficiente: ()

Observaciones:

2. Pertinencia de las preguntas con las Variables:

Excelente: () Muy Buena: (X) Suficiente: () Insuficiente: ()

Observaciones:

3. Pertinencia de las preguntas con los indicadores:

Excelente: (X) Muy Buena: () Suficiente: () Insuficiente: ()

Observaciones:

4. Redacción de las preguntas:

Excelente: () Muy Buena: (X) Suficiente: () Insuficiente: ()

Observaciones:

OBSERVACIONES GENERALES DEL VALIDADOR

Instrumento de recolección de datos (Encuesta de Escala tipo Likert) en el estudio denominado: "Incidencia del Método 4MAT en el aprendizaje significativo de la Matemática Básica en estudiantes de la carrera de Odontología en la Universidad Católica Redemptoris Mater durante el primer semestre de 2024".

Valoración global del instrumento:

	Instrumento
Aprobado	X
Pendiente	
Rechazado	
Venir a Comité	


Dra. Neyling Griselda Potosme Mercado

Universidad Autónoma de Barcelona, AUB, España

Experta en Investigación y Didácticas Específicas de la Matemática

Email: neylingmercado81@hotmail.es

Móvil: +505 87660837

Figura 2

Observaciones generales del validador 02

OBSERVACIONES GENERALES DEL VALIDADOR

Instrumento de recolección de datos (Encuesta de Escala tipo Likert) en el estudio denominado: **"Incidencia del Método 4MAT en el aprendizaje significativo de la Matemática Básica en estudiantes de la carrera de Odontología en la Universidad Católica Redemptoris Mater durante el primer semestre de 2024"**.

FECHA: 10-06-24

NOMBRES DE LOS INTEGRANTES: _____

José Martín Pereira Ortega

REVISIÓN No.: 1

1. Pertinencia de las preguntas con los objetivos:

Excelente: () Muy Buena: (X) Suficiente: () Insuficiente: ()

Observaciones:

2. Pertinencia de las preguntas con las Variables:

Excelente: () Muy Buena: (X) Suficiente: () Insuficiente: ()

Observaciones:

3. Pertinencia de las preguntas con los indicadores:

Excelente: (X) Muy Buena: () Suficiente: () Insuficiente: ()

Observaciones:

4. Redacción de las preguntas:

Excelente: (X) Muy Buena: () Suficiente: () Insuficiente: ()

Observaciones:

OBSERVACIONES GENERALES DEL VALIDADOR

Instrumento de recolección de datos (Encuesta de Escala tipo Likert) en el estudio denominado: "incidencia del Método 4MAT en el aprendizaje significativo de la Matemática Básica en estudiantes de la carrera de Odontología en la Universidad Católica Redemptoris Mater durante el primer semestre de 2024".

Valoración global del instrumento:

	Instrumento
Aprobado	X
Pendiente	
Rechazado	
Venir a Comité	

Dr. Antonio Parajón Guevara

Universidad de Valencia, España

Experto en Investigación y Diseño de Instrumentos

Email: ramon.a.parajon@uv.es

Móvil: +505 81029262

**Plan de enseñanza para matemáticas básicas utilizando los principios del método
4MAT aplicado a la clase de matemáticas básica de estudiantes de la carrera de Odontología.**

AGENDA DE TRABAJO # 2

UNIDAD II

11/03/24 al 05/04/24

Matemática Básica

Prof. Martín Pereira

Grupo: M1A11

Introducción

Estimados estudiantes: sean todos bienvenidos a la sexta agenda de trabajo (Ag3) de la asignatura Matemática Básica. En esta ocasión, nos enfocaremos en la importancia del sistema métrico farmacéutico. El contenido que abordaremos será fundamental para fortalecer sus habilidades en mediciones y cálculos, asegurando que estén bien preparados para aplicar estos conceptos en su formación académica y profesional.

En esta agenda, exploraremos las unidades de medida del sistema métrico farmacéutico y su aplicación específica en odontología, especialmente en la dosificación de medicamentos y en la preparación de soluciones para tratamientos. Discutiremos cómo estas mediciones son esenciales para garantizar la precisión y seguridad en procedimientos clínicos, como la administración de anestésicos y la formulación de materiales dentales. Además, analizaremos las equivalencias entre diferentes unidades de medida y su relevancia en la práctica odontológica diaria, subrayando la importancia de dominar estas herramientas matemáticas para optimizar la atención al paciente y mejorar los resultados en su futura práctica profesional.

Entre los temas clave que veremos, están:

- a. El Sistema Métrico Decimal, que es fundamental en odontología para garantizar mediciones precisas. Comprender conceptos básicos como magnitud, unidad y medida es crucial al realizar procedimientos clínicos, como la evaluación de la salud bucal y la planificación de tratamientos.
- b. Los prefijos de múltiplos y submúltiplos de 10, que facilitan la comunicación y estandarización de medidas en odontología. Por ejemplo, el uso de milímetros y centímetros es común en la medición de estructuras dentales, lo que permite a los profesionales ser más precisos en diagnósticos y tratamientos.
- c. Las unidades de medida de longitud y superficie, que son esenciales al diseñar prótesis o realizar ortodoncia. La capacidad de medir con precisión las dimensiones de los dientes y encías impacta directamente en la efectividad de los tratamientos y en la adaptación de dispositivos como brackets y coronas.
- d. Las unidades de medida de volumen y capacidad, así como las de peso, son igualmente importantes en la formulación y dosificación de materiales dentales, como resinas y cementos. Además, entender las equivalencias entre volumen y peso ayuda en la preparación de mezclas y en la calibración de instrumentos, asegurando la calidad en cada procedimiento.

Te invitamos a desarrollar con entereza y entusiasmo estas actividades, y te deseamos muchos éxitos en el dominio, de ésta, y de todas las asignaturas de tu preparación profesional. Les deseamos a todas y todos lo mejor en este nuevo reto de nuestra vida académica.

Tema de agenda: Unidad 2. El sistema métrico farmacéutico.**Contenido:**

1. Sistema Métrico Decimal: conceptos básicos, magnitud, unidad y medida.
2. Prefijos de múltiplos y submúltiplos de 10.
3. Unidades de medida de longitud
4. Unidades de medida de superficie
5. Unidades de medida de volumen
6. Unidades de medida de capacidad
7. Equivalencias entre volumen y capacidad.
8. Unidades de medida de peso.
9. Equivalencias entre volumen y peso.
10. Problemas de aplicación

Competencias específicas:

1. Reconoce la importancia del pensamiento numérico para fundamentar las operaciones aritméticas utilizadas en la solución de problemas bucodentales.
2. Identifica relaciones numéricas entre las diferentes unidades de medidas y diseña conversiones de equivalencias para dar solución a situaciones problémicas bucodentales.
3. Interpreta los resultados obtenidos con los modelos de funciones y toma decisiones con eficiencia y liderazgo dentro del contexto de los problemas de la salud.

Cuadro de actividades

Tabla 10

Cuadro de actividades

Etapa 1: Experimentación reflexiva	Material de estudio obligatorio de la Actividad #1	La actividad estará disponible desde el día lunes 11/03/24 hasta el día viernes 15/03/24 a las 23:00
Actividad #1: Individual (Formativa: sin puntaje)	Sistema Métrico Farmacéutico:	
<ul style="list-style-type: none"> • Ver video sobre Sistema Métrico Farmacéutico 	https://www.youtube.com/watch?v=UO1upe8Txlo https://www.youtube.com/watch?v=UrhBrRhUWeQ https://www.youtube.com/watch?v=TDpZa_N8h4w	
¿Cómo debo realizar la actividad?	Herramienta en el Aula Virtual: Lección	
<ul style="list-style-type: none"> • Relación entre el sistema métrico farmacéutico y el sistema decimal • ¿Cómo identificar las unidades de medidas usando los prefijos de múltiplos y submúltiplos del 10? • Ver y analizar videos sobre Sistema Métrico Decimal y responder las preguntas correspondientes en el recurso de Lección en la Plataforma: <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la importancia del sistema métrico farmacéutico en el perfil laboral de tu carrera? - ¿Cuál es el procedimiento a seguir convertir unidades de medidas? 	Material de estudio obligatorio de la Actividad #2	
Etapa 2: Conceptualización	Unidades de Medidas - Elaboración propia (Diapositivas 10-30)	
Actividad #2: Individual (Formativa: sin puntaje)	https://docs.google.com/presentation/d/1meBnR3sWMIxRT3OUDp-nIR2CfZQIWIG3/edit?usp=drive_link&oid=111196388558666258665&rtpof=true&sd=true	La actividad estará disponible desde el día lunes 11/03/24 hasta el día viernes 15/03/24 a las 23:00
<ul style="list-style-type: none"> • Lectura comprensiva sobre unidades de medidas 	Unidades de Medidas - Elaboración propia (Diapositivas 02-22)	
	https://docs.google.com/presentation/d/1n7rpTiUikkY9YP_BSn7ouEvu_c-	

[BU0nT/edit?usp=drive_link&oid=111196388558666258665&rtpof=true&sd=true](https://drive.google.com/edit?usp=drive_link&oid=111196388558666258665&rtpof=true&sd=true)

Herramienta en el Aula Virtual: Lección

¿Cómo debo realizar la actividad?

- A cada grupo se le asignará un tema para leer y hacer una breve descripción sobre las preguntas claves.
- Las respuestas se expondrán en plenario (Se sugiere “subir” al Aula Virtual lo realizado).
- Realizar lectura crítica y reflexiva de documentos incluidos en lección y responder las siguientes preguntas
 - ¿Cuál es la unidad medida de la Longitud? ¿Cuál es el procedimiento para convertir unidades de medida de longitud?
 - ¿Cuál es la unidad medida de la Superficie? ¿Cuál es el procedimiento para convertir unidades de medida de superficie?
 - ¿Cuál es la unidad medida del Volumen? ¿Cuál es el procedimiento para convertir unidades de medida de volumen?
 - ¿Cuál es la unidad medida de Capacidad? ¿Cuál es el procedimiento para convertir unidades de medida de capacidad?
 - ¿Cuál es la unidad medida de Peso? ¿Cuál es el procedimiento para convertir unidades de medida de Peso?
 - ¿Cuáles son las equivalencias entre las unidades de medidas de volumen, capacidad y peso?

Etapas 3: Aplicación

Material de estudio obligatorio de la Actividad #3

Cuestionario de 10 preguntas

Actividad #3: Individual (Sumativa, 15 puntos)

Enlace de Google drive para las preguntas:

La actividad estará disponible desde el día lunes 18/03/24 hasta el día viernes 22/03/24 a las 23:00

- **Evaluación de aprendizaje:** Cuestionario sobre unidades de medidas

<https://forms.gle/JZ4m5y6UbQAvDrd27>

Herramienta en el Aula Virtual: Cuestionario

¿Cómo debo realizar la actividad?

- Actividad de evaluación individual
- Ver nuevamente archivo power point: Unidades de Medida de longitud, superficie, volumen, capacidad y peso.
- Fichar sus apuntes resaltando conceptos, definiciones, propiedades y procedimientos para elaborar conversiones con las distintas unidades de medida.
- Completar auto aprendizaje con otros materiales de su interés en la red
- Resolver las situaciones problemáticas propuestas en el formulario de google drive.
- Cada estudiante debe enviar su tarea (imágenes claras del cuaderno en archivo pdf)

Etapas 4: Adaptación

Material de estudio obligatorio de la Actividad #4

Actividad #4: Grupal (Sumativa, 15 puntos)

Video y lectura comprensiva de las etapas reflexiva y conceptual, respectivamente.

La actividad estará disponible desde el día lunes 02/04/24 hasta el día viernes 05/04/24 a las 23:00

Proyecto Creativo sobre aplicación de las unidades de medidas en la Odontología:

Plantilla para presentar el Proyecto Creativo sobre Aplicación de las medidas en la Odontología:

Para su trabajo específico describa:

-
1. Aplicación directa de las medidas de longitud en la práctica odontológica.
 2. Aplicación directa de las medidas de longitud en la práctica odontológica.
 3. Aplicación directa de las medidas de longitud en la práctica odontológica.
 4. Aplicación directa de las medidas de longitud en la práctica odontológica.
 5. Aplicación directa de las medidas de longitud en la práctica odontológica.

https://docs.google.com/document/d/1aSMP2Kraclrwn_yNDIacoOGDW6VOrzuw/edit?usp=sharing&ouid=10103407865559238955&rtpof=true&sd=true

Herramienta en el Aula Virtual: Tarea

¿Cómo debo realizar la actividad?

- Se trabaja con los grupos conformados para el proyecto final. Resolver los puntos 1 al 5, compartir en plenario del salón de clases y luego “subir” Aula Virtual (Subir al Aula Virtual el Informe y un video de 5 a 7 minutos).

Nota: Diseño de agenda actividades en el aula virtual utilizando el método 4MAT. Fuente propia.

Rúbrica del instrumento de evaluación: Rúbrica para evaluar la resolución de problemas usando el Método de Polya

Tabla 11

Rúbrica del instrumento de evaluación

Paso de Polya	Excelente (4/3)	Bueno (3/2)	Suficiente (2/1)	Insuficiente (1/0)	Total
1. Comprender el problema	El estudiante identifica completamente los datos, incógnitas y condiciones. Formula el problema claramente. (4)	El estudiante identifica la mayoría de los datos, incógnitas y condiciones, pero puede faltar algún detalle menor. (3)	El estudiante entiende el problema en general, pero hay errores o malentendidos importantes. (2)	El estudiante no comprende el problema o identifica incorrectamente los elementos principales. (1)	
2. Diseñar un plan	El estudiante propone un plan claro, lógico y adecuado para resolver el problema. Escoge estrategias pertinentes. (3)	El estudiante propone un plan razonable, pero con algunas estrategias no del todo adecuadas o claras. (2)	El estudiante propone un plan vago o confuso, con estrategias incorrectas o poco efectivas. (2)	El estudiante no propone un plan o el plan es completamente inadecuado. (1)	
3. Ejecutar el plan	El estudiante sigue el plan correctamente, con precisión en los cálculos y sin errores significativos. (4)	El estudiante sigue el plan, pero comete algunos errores menores en los cálculos o la ejecución. (3)	El estudiante sigue el plan parcialmente, con varios errores en la ejecución o los cálculos. (2)	El estudiante no sigue el plan o comete muchos errores graves que llevan a una solución incorrecta. (1)	
4. Revisar la solución	El estudiante revisa exhaustivamente la	El estudiante revisa la solución, pero	El estudiante revisa superficialmente la	El estudiante no revisa la solución o	

	solución, comprobando la exactitud de los resultados y la coherencia del proceso. (4)	omite algunos detalles o verificaciones menores. (3)	solución y comete errores importantes en la verificación. (2)	no verifica la exactitud de los resultados. (1)
Totales	15 puntos	11 puntos	8 puntos	4 puntos

Nota. Rúbrica para evaluar la resolución de problemas usando el método de Polya: Fuente propia.

Diseño del Aula Virtual implementando método 4MAT:

Figura 3

Inicio del aula virtual

The image displays the virtual classroom interface for the course "MATEMÁTICA BÁSICA (M1A11)" at UNICA. The interface is structured as follows:

- Top Navigation Bar:** Features the UNICA logo (Universidad Católica Redemptoris Mater), a menu icon, and utility links: "Bookmarks", "Calendario exámenes", "Cursos", "Ayuda", and "Bibliografía".
- Course Banner:** Displays the course title "MATEMÁTICA BÁSICA (M1A11)" and the unit "UNIDAD III: RAZONAMIENTO ALGEBRAICO". It includes "Course management" and "Activar edición" options.
- Breadcrumbs:** Shows the navigation path: "Área personal > Mis cursos > MATEMÁTICA BÁSICA (M1A11) > UNIDAD III: RAZONAMIENTO ALGEBRAICO".
- Main Content Area:**
 - Course Banner:** Includes the UNICA logo, "Facultad de Odontología", "Carrera: Odontología", a cartoon character, a Rubik's cube, and the course title "MATEMÁTICA BÁSICA". It also features a profile for "Lic. José Martín Pereira Ortega" with email "jpereira2@unica.edu.ni".
 - Avisos:** A section for notices.
 - Zoom Session:** A button labeled "Clic aquí para ingresar a las sesiones de Zoom".
- Navigation Sidebar (Navegación):**
 - Área personal
 - Página principal del sitio
 - Páginas del sitio
 - Mis cursos
 - Tutoría Informática
 - INFORMÁTICA APLICADA (SIB9)
 - INFORMÁTICA APLICADA (SIB9)
 - Manual para Profesores
 - MATEMÁTICA BÁSICA (M1A11)
 - Participantes
 - Insignias
 - Calificaciones

Nota. Diseño del aula virtual de la asignatura matemática básica. Fuente propia.

Figura 4

Etapa 1 del método 4MAT en el aula virtual

UNICA

Bookmarks ▾ Calendario exámenes ▾ Cursos ▾ Ayuda ▾ Bibliografía ▾

Etapa 1: Experimentación reflexiva

Abrió: lunes, 11 de marzo de 2024, 07:00
Cerró: viernes, 15 de marzo de 2024, 23:00

Material de estudio obligatorio de la Actividad #1

Sistema Métrico Farmacéutico:




- > SEMANA N°4 y 5
- > Semana N° 6 y 7
- > Semana N° 8 y 9
- > Semana N°10
- > Semana N°11
- > Semana N°12
- > Semana N°13 y 14
- > Semana N°15
- > Módulo I - Maestría en Gestión de la Educación
- > Módulo II - Maestría en Gestión de la Educación
- > Módulo III - Maestría en Gestión de la Educación
- > Módulo IV: Gestión de la Responsabilidad Social de...
- > PSICOESTADÍSTICA (S4A5)
- Más ...
- > Cursos

Administración

- ▾ Administración del curso
 - ⚙ Configuración
 - ⚙ Finalización del curso
 - > Usuarios
 - ▾ Filtros

UNICA

Bookmarks ▾ Calendario exámenes ▾ Cursos ▾ Ayuda ▾ Bibliografía ▾



No disponible hasta que:

- Después de 11 de marzo de 2024, 07:00
- Antes de 15 de marzo de 2024, 23:00

- > Informes
- ⚙ Configuración Calificaciones
- ☰ Resultados
- > Insignias
- ⬆ Importar
- 📄 Copia de seguridad
- ⬆ Restaurar
- ⬅ Reiniciar
- > Banco de preguntas

Usuarios en línea

1 usuario online (Últimos 5 minutos)

Jose Martin Pereira Ortega 👁

Nota. Diseño de la etapa 1 del método 4MAT en el aula virtual. Fuente propia.

Figura 5

Etapa 2 del método 4MAT en el aula virtual

The screenshot shows the virtual classroom interface for 'Etapa 2: Conceptualización'. The header includes the UNICA logo and navigation menus: Bookmarks, Calendario exámenes, Cursos, Ayuda, and Bibliografía. A notification bar indicates '1 usuario online (últimos 5 minutos)' with a profile picture of Jose Martin Pereira Ortega. The main content area displays the following information:

- Etapa 2: Conceptualización**
- Abrió:** lunes, 11 de marzo de 2024, 07:00
- Cerró:** viernes, 15 de marzo de 2024, 23:00
- Material de estudio obligatorio de la Actividad #2**
- Unidades de Medidas - Elaboración propia (Diapositivas 10-30)**
- https://docs.google.com/presentation/d/1meBnR3sWMLxRT3OUDp-nIR2CfZQIWIG3/edit?usp=drive_link&ouid=111196388558666258665&rtopf=true&sd=true
- Unidades de Medidas - Elaboración propia (Diapositivas 02-22)**
- https://docs.google.com/presentation/d/1n7rpTilUkkY9YP_BSn7ouEvu_c-BU0nT/edit?usp=drive_link&ouid=111196388558666258665&rtopf=true&sd=true
- No disponible hasta que:**
 - Después de **11 de marzo de 2024, 07:00**
 - Antes de **15 de marzo de 2024, 23:00**

Nota. Diseño de la etapa 2 del método 4MAT en el aula virtual. Fuente propia.

Figura 6

Etapa 3 del método 4MAT en el aula virtual

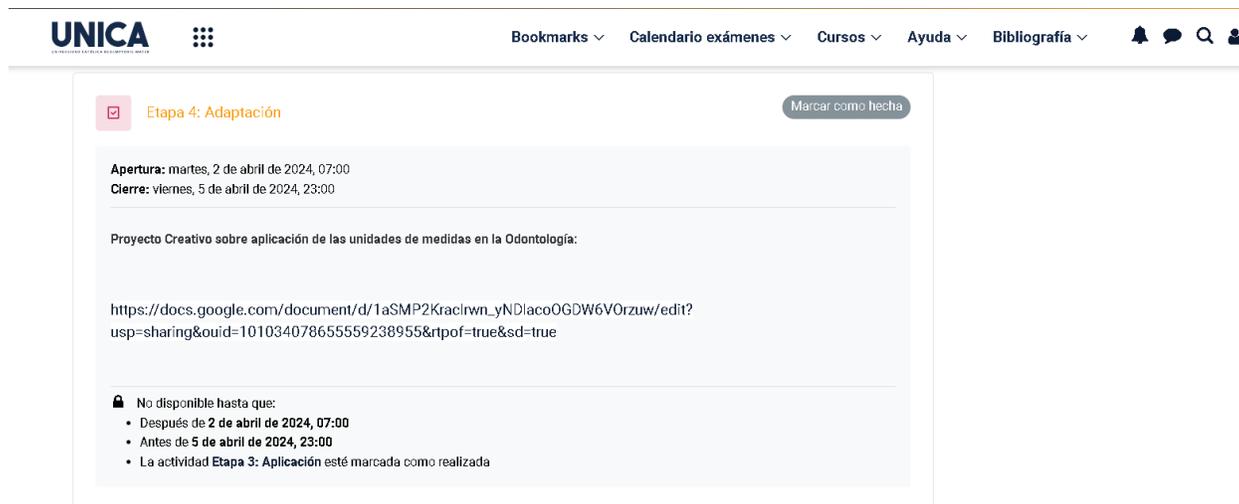
The screenshot shows the virtual classroom interface for 'Etapa 3: Aplicación'. The header includes the UNICA logo and navigation menus: Bookmarks, Calendario exámenes, Cursos, Ayuda, and Bibliografía. A notification bar indicates '1 usuario online (últimos 5 minutos)' with a profile picture of Jose Martin Pereira Ortega. The main content area displays the following information:

- Etapa 3: Aplicación** (with a 'Marcar como hecha' button)
- Abrió:** lunes, 18 de marzo de 2024, 07:00
- Cerró:** viernes, 22 de marzo de 2024, 23:00
- Material de estudio obligatorio de la Actividad #3**
- Cuestionario de 10 preguntas
- Enlace de Google drive para las preguntas:
- <https://forms.gle/JZ4m5y6UbQAvDrd27>
- No disponible hasta que:**
 - Después de **18 de marzo de 2024, 07:00**
 - Antes de **22 de marzo de 2024, 23:00**
 - La actividad **Etapa 2: Conceptualización** esté marcada como realizada

Nota. Diseño de la etapa 3 del método 4MAT en el aula virtual. Fuente propia.

Figura 7

Etapa 4 del método 4MAT en el aula virtual



The screenshot displays the UNICA virtual classroom interface. At the top, the UNICA logo is on the left, and navigation links for 'Bookmarks', 'Calendario exámenes', 'Cursos', 'Ayuda', and 'Bibliografía' are on the right. Below the navigation bar, a card titled 'Etapa 4: Adaptación' is shown. The card includes a 'Marcar como hecha' button in the top right corner. The main content of the card is as follows:

Apertura: martes, 2 de abril de 2024, 07:00
Cierre: viernes, 5 de abril de 2024, 23:00

Proyecto Creativo sobre aplicación de las unidades de medidas en la Odontología:

https://docs.google.com/document/d/1aSMP2Kraclrwn_yNDIacoOGDW6VOrzuw/edit?usp=sharing&ouid=10103407865559238955&rtf=true&sd=true

No disponible hasta que:

- Después de **2 de abril de 2024, 07:00**
- Antes de **5 de abril de 2024, 23:00**
- La actividad **Etapa 3: Aplicación** esté marcada como realizada

Nota. Diseño de la etapa 4 del método 4MAT en el aula virtual. Fuente propia.

Planes de clase con el método tradicional y con el método 4MAT

Diseño de una clase sobre la conversión de unidades dentro del sistema métrico decimal utilizando MT.

UNIVERSIDAD CATÓLICA REDEMPTORIS MATER FACULTAD DE ODONTOLÓGIA MATEMÁTICA BÁICA

CONTENIDO: Medidas del sistema métrico decimal.

Indicaciones: Lea con atención toda la guía y anote en su cuaderno de matemáticas los conceptos principales y los ejemplos. Resuelve los ejercicios propuestos para la evaluación.

SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

MEDIDAS DE LONGITUD

Las unidades de longitud se utilizan para medir la distancia que hay entre dos puntos.

La unidad básica de las medidas de longitud es el **metro lineal**, se representa con la letra eme, así: **(m)**.

El metro tiene unidades mayores que se llaman múltiplos y unidades menores que se llaman submúltiplos y aumentan o disminuyen de 10 en 10.

MÚLTIPLOS	SIMBOLO	EQUIVALENCIA
Kilómetro	Km	1000 m
Hectómetro	hm	100 m
Decámetro	dam	10 m

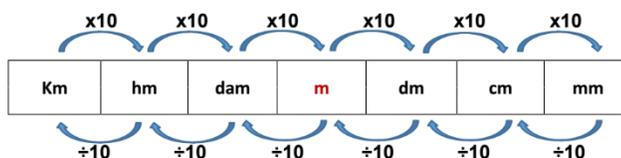
SUBMÚLTIPLOS	SIMBOLO	EQUIVALENCIA
Decímetro	dm	0,1 m
Centímetro	cm	0,01 m
Milímetro	mm	0,001 m

1 metro = 10 dm 1 metro = 100 cm 1 metro = 1000 mm.

CONVERSIÓN DE UNIDADES DE LONGITUD

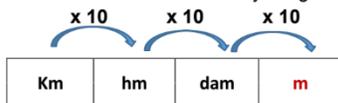
Para convertir unidades menores de longitud a unidades mayores, se divide por la unidad seguida de tantos ceros como lugares se desplace (de derecha a izquierda).

Para convertir unidades mayores de longitud a unidades menores, se multiplica por la unidad seguida de tantos ceros como lugares se desplace (de izquierda a derecha).



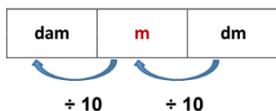
EJEMPLOS: Convertir a la unidad indicada:

8 km a m = Como de **Km** a **m** hay 3 lugares, se multiplica por 1000. (1000 = 3 ceros = 3 espacios)



8 Km x 1000 = 8000 metros (De mayor a menor)

26 dm a dam = Como de **dm** a **dam** hay 2 lugares, se divide entre 100. (100 = 2 ceros = 2 espacios)



26 dm ÷ 100 = 0,26 dam (De menor a mayor)

2,18 dm a cm = Como de **dm** a **cm** hay 1 lugar, se multiplica por 10. (De mayor a menor)
2,18 dm x 10 = 21,8 cm

9,7 m a hm = Como de **m** a **hm** hay 2 lugares, se divide entre 100. (De menor a mayor)
9,7 m ÷ 100 = 0,097 hm

PROBLEMA:

- Antonio recorre 2,75 hm, Carlos 35,8 dam y José 493,6 m. ¿Cuántos metros recorren entre los 3 y qui recorrió más?

Solución: Convertimos en metros los hm y los dam para que queden todos en la misma medida (metros)

$$\begin{array}{r}
 2,75 \text{ hm} \times 100 = 275 \text{ m} \\
 35,8 \text{ dam} \times 10 = 358 \text{ m} \\
 493,6 \text{ m} = 493,6 \text{ m} \\
 \hline
 1126,6 \text{ m}
 \end{array}$$

Rta: Entre los 3 recorrieron 1126,6 m y el que recó más fue José con 493,6 metros.

MEDIDAS DE CAPACIDAD

Las unidades de capacidad se utilizan para calcular la cantidad de líquido que puede contener un recipiente. La unidad básica de las medidas de capacidad es el **litro**, se representa con la letra ele, así: (l).

El litro tiene unidades mayores que se llaman múltiplos y unidades menores que se llaman submúltiplos. Aumentan o disminuyen de 10 en 10.

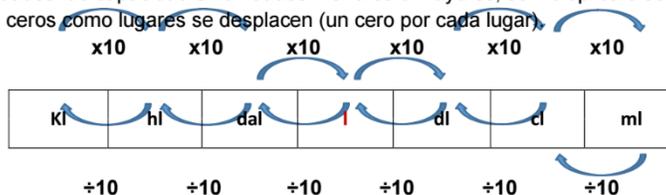
MÚLTIPLOS	SÍMBOLO	EQUIVALENCIA
Kilolitro	Kl	1000 m
Hectólitro	hl	100 m
Decalitro	dal	10 m

SUBMÚLTIPLOS	SÍMBOLO	EQUIVALENCIA
Decilitro	dl	0,1 m
Centilitro	cl	0,01 m
Mililitro	ml	0,001 m

$$1 \text{ litro} = 10 \text{ dl} \quad 1 \text{ litro} = 100 \text{ cl} \quad 1 \text{ litro} = 1000 \text{ ml}$$

CONVERSIÓN ENTRE UNIDADES DE CAPACIDAD

Para convertir unidades de capacidad en unidades menores o mayores, se multiplica o se divide por la unidad seguida de tantos ceros como lugares se desplacen (un cero por cada lugar).



EJEMPLOS: Convertir a la unidad indicada:

35 l a dl = Como de l a dl hay 1 lugar, se multiplica por 10. (10 = 1 cero = 1 espacio)

l	dl
---	----

$$35 \text{ l} \times 10 = 350 \text{ dl} \text{ (De mayor a menor)}$$

753 cl a litros = Como de cl a l hay 2 lugares, se divide entre 100. (100 = 2 ceros = 2 espacios)

l	dl	cl
---	----	----

$\div 10$ $\div 10$

$$753 \text{ cl} \div 100 = 7,53 \text{ l} \text{ (De menor a mayor)}$$

45,8 Kl a l $45,8 \times 1000 = 45800 \text{ l}$ Se desplaza la coma tres lugares a la derecha.

90,6 dl a ml $90,6 \times 100 = 9060 \text{ ml}$ Se desplaza la coma dos lugares a la derecha.

2,4 l a hl $2,4 \div 100 = 0,024 \text{ hl}$ Se desplaza la coma dos lugares a la izquierda.

PROBLEMAS:

- María compró una gaseosa de 3,15 l. ¿Cuántos cl contiene la gaseosa?

- Un tanque contiene 500 l, si se ha gastado la mitad, ¿Cuántos hl quedan en el tanque?

Solución: Se pasan los l a hl, así: $350 \text{ l} \div 100 = 3,50 \text{ hl}$
 Como se ha gastado la mitad, se divide entre 2.

$$\begin{array}{r} 3,50 \quad | \quad 2 \\ 15 \quad | \quad 1,75 \end{array}$$

MEDIDAS DE MASA

Se llama **masa** a la cantidad de materia que tiene un cuerpo. El peso de los cuerpos depende de la masa y peso. Todo cuerpo tiene masa y peso.

La unidad básica de las medidas de masa es el **gramo**, se representa con la letra ge, así: (g).

El gramo tiene unidades mayores que se llaman múltiplos y unidades menores que se llaman submúltiplos, aumentan o disminuyen de 10 en 10.

MÚLTIPLOS	SÍMBOLO	EQUIVALENCIA
Kilogramo	Kg	1000 g
Hectogramo	Hg	100 g
Decagramo	dag	10 g

SUBMÚLTIPLOS	SÍMBOLO	EQUIVALENCIA
Decigramo	dg	0,1 g
Centigramo	cg	0,01 g
Miligramo	mg	0,001 g

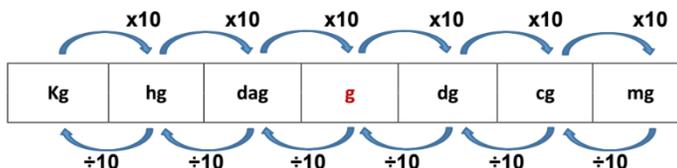
1 gramo = 10 dg

1 gramo = 100 cg

1 gramo = 1000 mg

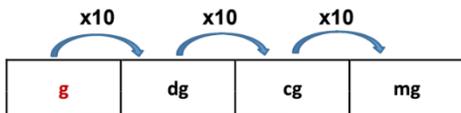
CONVERSIÓN ENTRE UNIDADES DE MASA

Para convertir unidades de masa en unidades menores o mayores, se multiplica o se divide por la potencia de 10 de tantos ceros como lugares se desplacen (un cero por cada lugar).



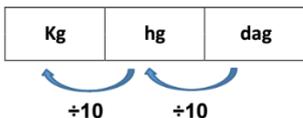
EJEMPLOS: Convertir a la unidad indicada:

8 g a mg = Como de **g** a **mg** hay 3 lugares, se multiplica por 1000. (1000 = 3 ceros = 3 espacios)



$8 \text{ g} \times 1000 = 8000 \text{ mg}$ (De mayor a menor)

395 dag a Kg = Como de **dag** a **kg** hay 2 lugares, se divide entre 100. (100 = 2 ceros = 2 espacios)



$395 \text{ dag} \div 100 = 3,95 \text{ Kg}$ (De menor a mayor)

857,9 dg a g
8,03 hg a dag

$857,9 \div 10 = 85,79 \text{ g}$
 $8,03 \times 10 = 80,3 \text{ dag}$

Se desplaza la coma un lugar a la izquierda
 Se desplaza la coma un lugar a la derecha.

PROBLEMAS:

- Un elefante pesa 3245 kilogramos. ¿Cuántos gramos pesa el elefante?

Solución: $3245 \text{ kg} \times 1000 = 3245000 \text{ g}$. **Rta:** El elefante pesa 3245000 gramos.

- Hernán compró 3 Kg de durazno, 2475 g de uvas y 65 dag de peras. ¿Cuántos hg de fruta compró en total?

Solución: Se pasan todas las unidades a hg.

$$\text{Duraznos: } 3 \text{ kg} \times 10 = 30 \text{ hg}$$

$$\text{Uvas: } 2475 \text{ g} \div 100 = 24,75 \text{ hg}$$

$$\text{Peras: } 65 \text{ dag} \div 10 = 6,5 \text{ hg}$$

Se suman todas las unidades convertidas

$$30,00$$

$$+ 24,75$$

$$\underline{6,50}$$

$$61,25$$

Rta: Hernán compró 61,25 hg de frutas.

CLASE PRÁCTICA

1. Realice la conversión a la medida indicada: (realice la multiplicación o división según corresponda)

a. 15 m a mm = 15×1000 = 15000 mm

b. 25 hm a km = _____ = _____

c. 5,26 dm a cm = _____ = _____

d. 53,4 m a dam = _____ = _____

e. 9,507 cm a mm = _____ = _____

2. Roció debe darle a su hijo 2 g de una vitamina, si el medidor está graduado en mg. ¿Cuántos mg de vitamina debe darle? Realice el procedimiento completo.

3. Escriba verdadero o falso al frente de cada afirmación

a. 51 cg = 0,51 g _____ ()

b. 32 m = 320 dm _____ ()

c. 0,21kg = 21 dag _____ ()

d. 4,9 hm = 490 dam _____ ()

4. Complete las siguientes igualdades

a. 53 cl = _____ l

b. 4,83 l = _____ ml

c. 867 l = _____ dal

d. 3,76 hl = _____ dal

5. Un triángulo equilátero (tres lados iguales) mide 8 cm por cada lado.

a. Cuántos dm mide por cada lado?

b. Cuántos mm mide por cada lado?

Nota: Cada punto tiene un valor de 0,33

GUÍA DE TRABAJO GRUPAL

Nombres: _____

Desarrolle la evaluación sobre la guía y envíela para calificación junto con el taller de aplicación.

1. Compare las medidas y escriba el signo > (mayor), o < (menor) o = (igual) según corresponda

- a. 3 m _____ 300 cm b. 52 dag _____ 520 dg c. 27 cl _____ 2,7

2. Escriba Falso o verdadero al frente de cada afirmación. Realice la conversión.

- a. 53 hg = 0,53 kg _____ ()
 b. 96 m = 960 cm _____ ()
 c. 0,42 hg = 420 dag _____ ()
 d. 98,7 dl = 9,87 l _____ ()

3. Expresar en la unidad indicada. Realice el proceso. (Multiplicación o división)

- a. 4567 m a hm = _____ hm
 b. 5,678 dg a mg = _____ mg
 c. 0,73 l a cl = _____ cl
 d. 8,27 dam a m = _____ m

PROBLEMAS: Realice las conversiones y operaciones

4. Joaquín tiene 3 bultos de zanahoria, marcados con 75 kg el primero, 654 hg el segundo y 5835 g el tercero- ¿Cuántos gramos hay en total en los tres bultos?

5. Un atleta recorre 7 km el lunes, 9804 dam el martes y 5025 m el miércoles. ¿Cuántos metros recorre en total?

SELECCIONE LA RESPUESTA CORRECTA

6. La unidad principal de las medidas de capacidad es.

- a. El gramo b. El litro c. El metro

7. El gramo es la unidad básica de las medidas de.

- a. Masa b. Longitud c. Capacidad

Nota: Los problemas tienen un valor de 0.5 cada uno. (puntos 4 y 5)

Diseño de una clase sobre la conversión de unidades dentro del sistema métrico decimal utilizando el método 4MAT.

Tema: Conversión de gramos a kilogramos, de onzas a libras, y de litros a decilitros.

1. **Experiencia concreta:** Se Inició con una actividad práctica en la que los estudiantes usaron objetos del aula para medir longitudes. Llevaron reglas y cintas métricas y se les orientó medir el largo de una mesa en metros y luego que convirtieran esas medidas a centímetros y milímetros.
2. **Reflexión y observación:** Después de la actividad, se guió a los estudiantes a reflexionar sobre su experiencia. Preguntándoseles: ¿Cómo fue el proceso de medir y convertir entre diferentes unidades métricas? ¿Qué patrones notaron al convertir entre metros, centímetros y milímetros? Se les pidió a todos los estudiantes que compartieran sus observaciones y experiencias con sus compañeros.
3. **Conceptualización abstracta:** Se Introdujo la teoría detrás de las conversiones dentro del sistema métrico decimal. Explicándoles cómo cada unidad está relacionada por un factor de diez (por ejemplo, un metro es igual a cien centímetros, y un centímetro es igual a diez milímetros). Mostrándoles cómo utilizar el sistema de prefijos métricos (kilo-, hecto-, deca-, deci-, centi-, mili-) para convertir entre unidades.
4. **Experimentación activa:** Se Proporcionó a los estudiantes una serie de problemas de conversión de unidades métricas para resolver. Por ejemplo, pide que conviertan un objeto que mide uno coma cinco metros a centímetros y milímetros. También se trabajó en actividades más complejas, como la conversión de áreas (de metros cuadrados a centímetros cuadrados) o volúmenes (de litros a mililitros).

Esta estructura les permitió a todos los estudiantes experimentar, reflexionar, entender la teoría y aplicar sus conocimientos en diversos contextos, facilitando un aprendizaje completo y efectivo de las conversiones en el sistema métrico decimal.

Diseño de una clase sobre la conversión de unidades dentro del sistema métrico decimal y del sistema inglés utilizando el método 4MAT.

Tema: Conversión de gramos a kilogramos, de onzas a libras, y de litros a decilitros.

1. Experiencia concreta:

- **De gramos a kilogramos:** Se llevó al aula una balanza y diversos objetos (frutas, libros, entre otros.) para que los estudiantes los pesaran. Se les pidió que registraran el peso en gramos y luego conviertan esas medidas a kilogramos.
- **De onzas a libras:** Se les proporcionó una tabla de conversión y objetos con etiquetas de peso en onzas y se les pidió a los estudiantes que conviertan esos pesos a libras.
- **De litros a decilitros:** Utilizamos recipientes graduados y agua. Luego se pidió a los estudiantes medir cantidades de agua en litros y luego convertir esas medidas a decilitros.

2. Reflexión y observación:

- Después de cada actividad, se preguntó a los estudiantes cómo fue el proceso de medición y conversión. ¿Qué patrones o relaciones notaron entre las unidades? ¿Fue fácil o difícil convertir entre ellas? Se orientó que compartieran sus pensamientos y discutieran en grupos.

3. Conceptualización abstracta:

- **De gramos a kilogramos:** Se explica que un kilogramo es igual a mil gramos. Se mostró cómo dividir el número de gramos entre mil para obtener kilogramos.
- **De onzas a libras:** Se explica que una libra es igual a dieciséis onzas. Se muestra cómo dividir el número de onzas entre dieciséis para obtener libras.
- **De litros a decilitros:** Se explica que un litro es igual a diez decilitros. Se muestra cómo multiplicar el número de litros por diez para obtener decilitros.

4. Experimentación activa:

- Se proporcionó a los estudiantes ejercicios para practicar. Por ejemplo:

- ✓ Convertir 3500 gramos a kilogramos.
- ✓ Convertir 32 onzas a libras.
- ✓ Convertir 2.5 litros a decilitros.
- Se orienta que trabajen en parejas o pequeños grupos para resolver problemas más complejos y luego compartan sus soluciones con la clase.

Esta experiencia permitió a los estudiantes medir, reflexionar, entender la teoría de las conversiones y aplicar sus conocimientos en diversas situaciones prácticas, asegurando una comprensión completa y efectiva del tema.

Tema: Conversión de gramos a kilogramos, de onzas a libras, y de litros a decilitros.

1. Experiencia concreta:

- **De gramos a kilogramos:** Llevar al aula una variedad de objetos (como paquetes de arroz, azúcar, etc.) y una balanza. Se orienta a los estudiantes que pesen los objetos en gramos y registren los valores y que después conviertan estos valores a kilogramos.
- **De onzas a libras:** Se proporciona una colección de objetos etiquetados con su peso en onzas (como productos enlatados o empaquetados). Los estudiantes deben leer el peso en onzas y convertirlo a libras.
- **De litros a decilitros:** Usamos recipientes graduados y agua. Los estudiantes midieron volúmenes en litros y luego convirtieron estas medidas a decilitros.

2. Reflexión y observación:

- Después de la actividad práctica, se invita a los estudiantes a reflexionar sobre el proceso de conversión, haciéndoles las siguientes preguntas: ¿Qué relaciones notaron entre las unidades? ¿Fue fácil o difícil realizar las conversiones? ¿Qué estrategias encontraron útiles? Se orientó que compartieran sus experiencias y discutieran en grupos pequeños.

3. Conceptualización abstracta:

- **De gramos a kilogramos:** Se explica que un kilogramo equivale a mil gramos y se muestra cómo dividir el número de gramos por mil para obtener kilogramos.
- **De onzas a libras:** Explicación de que una libra equivale a dieciséis onzas, mostrando cómo dividir el número de onzas por dieciséis para obtener libras.
- **De litros a decilitros:** Explicación de que un litro equivale a diez decilitros. mostrando cómo multiplicar el número de litros por diez para obtener decilitros.

4. Experimentación activa:

- Proporcionar ejercicios prácticos para que los estudiantes resuelvan. Por ejemplo:
 - ✓ Convertir 3200 gramos a kilogramos.
 - ✓ Convertir 48 onzas a libras.
 - ✓ Convertir 5.5 litros a decilitros.
- Orientar a los estudiantes que trabajen en parejas o grupos pequeños para resolver problemas de conversión más complejos y luego compartan sus soluciones con la clase.

Tema: Conversión de mililitros a litros, de litros a mililitros, y de litros a centímetros cúbicos.

1. Experiencia concreta:

- **De mililitros a litros:** Proporciona varios recipientes graduados y agua. Pide a los estudiantes medir diferentes volúmenes de agua en mililitros (por ejemplo, 500 ml, 750 ml) y luego convertir esos volúmenes a litros.
- **De litros a mililitros:** Usa botellas de diferentes capacidades (como 1 litro, 2 litros). Pide a los estudiantes leer la capacidad en litros y convertir esas medidas a mililitros.
- **De litros a centímetros cúbicos:** Explica que 1 litro es equivalente a 1000 centímetros cúbicos. Pide a los estudiantes medir un litro de agua y luego comprender que este volumen es igual a 1000 cm³.

2. Reflexión y observación:

- Después de la actividad práctica, se pide a los estudiantes reflexionar sobre el proceso de conversión. Pregunta: ¿Cómo fue el proceso de medir y convertir entre diferentes unidades? ¿Qué patrones o relaciones notaron entre las unidades? Permitir que compartan sus observaciones y discutan en grupos pequeños.

3. Conceptualización abstracta:

- **De mililitros a litros:** Explica que 1 litro es igual a 1000 mililitros. Muestra cómo dividir el número de mililitros entre 1000 para obtener litros.
- **De litros a mililitros:** Explica que 1 litro es igual a 1000 mililitros. Muestra cómo multiplicar el número de litros por 1000 para obtener mililitros.
- **De litros a centímetros cúbicos:** Explica que 1 litro es igual a 1000 centímetros cúbicos. Muestra que la conversión directa entre litros y centímetros cúbicos es uno a uno (1 litro = 1000 cm³).

4. Experimentación activa:

- Proporciona a los estudiantes ejercicios prácticos para resolver. Por ejemplo:
 - Convertir 1500 mililitros a litros.
 - Convertir 2,5 litros a mililitros.
 - Convertir 3 litros a centímetros cúbicos.
- Trabajo en parejas o pequeños grupos para resolver problemas de conversión más complejos y luego compartan sus soluciones con la clase.

Este enfoque les permite a los estudiantes experimentar, reflexionar, entender la teoría y aplicar sus conocimientos en contextos prácticos, asegurando una comprensión completa y efectiva de las conversiones entre mililitros, litros y centímetros cúbicos.

Figura 8

Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 01



Nota. Estudiantes de Odontología realizando conversiones de unidades utilizando el método 4 MAT. Fuente propia.

Figura 9

Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 02



Nota. Estudiantes de Odontología realizando conversiones de unidades utilizando el método 4 MAT. Fuente Propia.

Figura 10

Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 03



Nota. Estudiantes de Odontología realizando conversiones de unidades utilizando el método 4 MAT. Fuente Propia.

Figura 11

Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 04



Nota. Estudiantes de Odontología realizando conversiones de unidades utilizando el método 4 MAT. Fuente Propia.

Figura 12

Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 05



Nota. Estudiantes de Odontología realizando conversiones de unidades utilizando el método 4 MAT. Fuente Propia.

Figura 13

Estudiantes aplicando el método 4MAT en aula de clase 06



Nota. Estudiantes de Odontología realizando conversiones de unidades utilizando el método 4 MAT. Fuente propia.

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Yo, José Martín Pereira Ortega con cédula de identidad 201-081073-0003K, egresado del programa académico de Maestría en Gestión de la Educación declaro que:

El contenido del presente documento es un reflejo de mi trabajo personal, y toda la información que se presenta está libre de derechos de autor, por lo que, ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad Católica Redemptoris Mater (UNICA).

Así mismo, autorizo a UNICA por este medio, publicar la versión aprobada de mi trabajo de investigación, bajo el título INCIDENCIA DEL MÉTODO 4MAT EN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE MATEMÁTICAS BÁSICAS EN ESTUDIANTES DE ODONTOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA REDEMPTORIS MATER DURANTE EL I SEMESTRE DE 2024. en el campus virtual y en otros espacios de divulgación, bajo la licencia Atribución-No Comercial-Sin derivados, irrevocable y universal para autorizar los depósitos y difundir los contenidos de forma libre e inmediata.

Todo esto lo hago desde mi libertad y deseo de contribuir a aumentar la producción científica. Para constancia de lo expuesto anteriormente, se firma la presente declaración en la ciudad de Managua, Nicaragua a los 29 días del mes septiembre de 2024.

Atentamente,

José Martín Pereira Ortega
jpereira2@unica.edu.ni

Firma: _____