



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Modelo paramétrico de visualización en realidad virtual de
indicadores de aprendizaje en matemáticas de estudiantes del NMS

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Grado de

Doctora en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

MIRI Elva Sinaí Gutiérrez Guillén

Dirigido por:

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez

Co-Director:

Dr. Efraín Soto Bañuelos

Querétaro, Qro. a 08 de agosto de 2025

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Informática
Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa

Modelo paramétrico de visualización en realidad virtual de indicadores de
aprendizaje en matemáticas de estudiantes del NMS

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado
Doctora en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

MIRI Elva Sinaí Gutiérrez Guillén

Dirigido por:

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez

Co-dirigido por:

Dr. Efraín Soto Bañuelos

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez
Presidente

Dr. Efraín Soto Bañuelos
Secretario

Dra. Rocío Edith López Martínez
Vocal

Dra. Ma. Teresa García Ramírez
Suplente

Dr. Alexandro Escudero Nahón
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Agosto 2025
México

Dedicatorias

Dedico este trabajo de investigación a mi familia, padres, hermanas, sobrinos y en especial a mi esposo e hijas, cuyo apoyo incondicional y constante respaldo fueron esenciales para poder llevar a cabo esta gran labor. Su amor, comprensión y ánimo me impulsaron cada día en cada paso del camino. Agradezco profundamente su presencia y aliento que han sido mi fuerza motriz en este proyecto.

Agradecimientos.

Agradezco sinceramente a la Universidad Autónoma de Querétaro por su respaldo y apoyo durante este proceso de investigación. También deseo expresar mi gratitud al CONAHCYT por otorgarme una beca que hizo posible la realización de este trabajo de investigación, su apoyo financiero fue fundamental para poder llevar a cabo mi desarrollo académico y profesional. De antemano estoy muy agradecida por la oportunidad que me brindaron.

Además, agradezco en especial a mi asesor de tesis por su apoyo incondicional y ser mi guía a lo largo de este camino académico recorrido. Asimismo, quiero expresar mi reconocimiento a mi coasesor por su contribución a este trabajo y por creer en mí. Los consejos que ambos me dieron y su orientación fueron invaluable para poder alcanzar este logro.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Problemas educativos en la educación media superior	13
1.2 Uso de tecnologías en la gestión educativa	19
1.3 Descripción del problema	22
II. ESTADO DEL ARTE	27
2.1 Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en Educación Media Superior..	29
2.2 Factores humanos que afectan el proceso.....	33
2.3 Los docentes y la formación y actualización	36
III. MARCO TEÓRICO.....	39
3.1 Institución	41
3.1.1 Educación Media Superior	41
3.1.2 Diseño curricular	46
3.1.3 Las matemáticas en el Nivel Medio Superior	49
3.2.1 Evaluación docente en el NMS.....	51
3.2.2 Características de los docentes de matemáticas.....	52
3.2.3 Evaluación del aprendizaje en matemáticas	54
3.3.1 Estilos de aprendizaje	57
3.3.2 Aprendizaje en matemáticas.....	59
3.3.3 Aprovechamiento en matemáticas.....	60
3.4.1 Modelos de análisis	63
3.4.2 Modelos paramétricos.....	65
3.4.3 Realidad Virtual (VR).....	67
3.4.4 Visualización de datos de VR.....	69
IV. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	73
4.1 Preguntas de investigación	73
4.2 Hipótesis de investigación	74
4.3 Objetivo general	74
4.4 Objetivos específicos:	74
V. METODOLOGÍA	76
5.1 Paradigma de investigación	79
5.2 Fase de diseño.....	81
5.2.1 Técnicas de investigación	82
5.2.2 Contexto de la investigación	83
5.2.3 Actores participantes o muestra	83

5.3 Fase de desarrollo.....	84
5.3.1 Análisis de datos.....	84
5.3.3 Validación de los instrumentos	88
5.4 Fase de implementación	90
VI. RESULTADOS.....	92
6.1 Diseño del modelo	92
6.1.1 Categoría Alumnos.....	92
6.1.2 Categoría Docentes.....	97
6.1.3 Categoría Institucional	99
6.2 Desarrollo del modelo	101
6.2.1 Lenguajes de programación.....	103
6.2.2 Estructura de la aplicación	104
6.2.3 Bases de datos.....	114
6.3 Implementación del modelo.....	118
VII. DISCUSIÓN.....	126
7.1 Discusiones.....	126
7.1.2 Evaluación de los Objetivos	128
7.2 Conclusión	129
Anexos	145
<i>Diseño del modelo.....</i>	<i>145</i>
<i>Instrumento 1: estudiantes</i>	<i>150</i>
<i>Instrumento 2: docentes</i>	<i>153</i>
<i>Validación de instrumentos</i>	<i>155</i>
<i>Artículo en memorias en extenso</i>	<i>165</i>
<i>Capítulo de libro</i>	<i>166</i>
<i>Artículo en revista</i>	<i>167</i>
<i>Artículo en memorias en extenso</i>	<i>169</i>
<i>Certificado de PI App VR MATH.....</i>	<i>170</i>

Índice de Tablas.

Tabla 1	Estudiantes en el Nivel Medio Superior	12
Tabla 2	Porcentaje de abandono en el NMS	14
Tabla 3	Eficiencia terminal en el NMS	14
Tabla 4	Componentes del MCC del NMS	47
Tabla 5	Resultados de validación de instrumentos	89
Tabla 6	Requerimientos funcionales de la app.....	101
Tabla 7	<i>Factores que impactan en el rendimiento académico de las matemáticas en el NMS</i>	<i>124</i>

Índice de Figuras.

Figura 1	Aprobación en fase de introducción	16
Figura 2	Aprobación en fase de profundización	16
Figura 3	Aprobación en fase de especialización	18
Figura 4	Descripción del problema	23
Figura 5	Categorías del estado del arte	28
Figura 6	Causas de reprobación desde la percepción del docente.....	31
Figura 7	Variables de mayor influencia variables de mayor influencia en matemáticas en Jalisco.	33
Figura 8	Factores Asociados al Rendimiento en Matemáticas de Estudiantes de España en Primaria	35
Figura 9	Contexto teórico que fundamenta el desarrollo	40
Figura 10	Puntaje PISA 2022	56
Figura 11	Esquema del diseño de la investigación	78
Figura 12	Fases de la metodología IBD	80
Figura 13	Proceso para el análisis de datos	86
Figura 14	Factores que influyen en el aprendizaje de matemáticas en el NMS	93
Figura 15	Caso de uso de la app	102
Figura 16	Pantalla de inicio.....	105
Figura 17	Pantalla inicio de sesión.....	106
Figura 18	Pantalla de registro	107
Figura 19	Menú lateral	109
Figura 20	Pantalla Ingresar alumno	110
Figura 21	Pantalla docente	111
Figura 22	Pantalla Institución	112
Figura 23	Pantalla visualizar indicadores	113
Figura 24	Pantalla de Personalizar experiencia	114
Figura 25	UML Base de datos Usuarios	115
Figura 26	UML Base de datos Modelo Matemático	117
Figura 27	Sistematización de los datos.....	119
Figura 28	Resumen de PCA.....	120
Figura 29	Diagrama de dispersión de componentes	121
Figura 30	Comparación de componentes.....	122
Figura 31	Visualización factores en VR	123

Siglas

ANCOVA	Análisis de Covarianza
API	Interfaz de programación de aplicaciones
EMS	Educación Media Superior
ENLACE	Evaluación Nacional de Logros Académicos en Centros Escolares
IBD	Investigación Basada en Diseño
IDE	Entorno de desarrollo integrado
INEE	Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación
MCC	Marco Curricular Común
NEM	Nueva Escuela Mexicana
NMS	Nivel Medio Superior
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos
PCA	Análisis de Componentes Principales
PISA	Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos
PLANEA	Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SEP	Secretaría de Educación Pública
SQL	<i>Structured Query Language</i>
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics</i>
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UAZ	Universidad Autónoma de Zacatecas
UML	Lenguaje Unificado de Modelado
VR	Realidad Virtual

Resumen

El presente trabajo desarrolla un modelo paramétrico de visualización en realidad virtual de indicadores de aprendizaje en matemáticas de estudiantes del Nivel Medio Superior, el cual tiene como propósito analizar y reconocer áreas de mejora en la enseñanza de esta asignatura. El problema identificado se encuentra en el alto índice de reprobación en matemáticas atribuido a factores tanto docentes como estudiantiles. El objetivo general es diseñar una herramienta visual interactiva que permita a directivos, administrativos y docentes de matemáticas identificar factores críticos que impactan el aprendizaje. Se establecieron cinco objetivos específicos: 1) construir categorías de factores del bajo rendimiento en matemáticas, 2) discriminar parámetros clave para su mejora, 3) diferenciar indicadores asociados con la reprobación, 4) evaluar el comportamiento de los indicadores para la toma de decisiones, y 5) diagramar parámetros e indicadores que sean clave. La metodología que fue utilizada es Investigación Basada en Diseño bajo el paradigma interpretativo y tecnocrático, con un enfoque mixto que integra tanto técnicas cualitativas como cuantitativas. La fase de implementación integró cuestionarios que fueron aplicados a 75 estudiantes y entrevistas realizadas a 5 docentes, los datos recolectados fueron analizados mediante Análisis de Componentes Principales en visualización de Realidad Virtual. Los resultados indicaron que la categoría Docente ejerce mayor influencia en el aprendizaje de las matemáticas destacándose los factores como la actualización, el compromiso, la empatía y el uso de herramientas tecnológicas y didácticas. La visualización en Realidad Virtual permitió identificar todos aquellos patrones y relaciones significativas existentes entre el desempeño docente y el rendimiento académico. Este modelo paramétrico se posiciona como una herramienta valiosa para el diagnóstico y la mejora en la enseñanza de matemáticas en el Nivel Medio Superior brindando una visión integral de los factores clave en este proceso educativo.

Plabras clave: Modelo paramétrico, Realidad virtual, Indicadores de aprendizaje, Matemáticas, Nivel Medio Superior.

Abstract.

This paper develops a parametric virtual reality visualization model for mathematics learning indicators for high school students. The purpose of this model is to analyze and identify areas for improvement in the teaching of this subject. The identified problem is the high failure rate in mathematics, attributed to both teacher and student factors. The overall objective is to design an interactive visual tool that allows principals, administrators, and mathematics teachers to identify critical factors that impact learning. Five specific objectives were established: 1) to construct categories of factors that contribute to poor mathematics performance; 2) to identify key parameters for improvement; 3) to differentiate indicators associated with failure; 4) to evaluate the behavior of the indicators for decision making; and 5) to diagram key parameters and indicators. The methodology used is Design-Based Research under the interpretive and technocratic paradigm, with a mixed approach that integrates both qualitative and quantitative techniques. The implementation phase included questionnaires administered to 75 students and interviews with five teachers. The data collected were analyzed using Principal Component Analysis in Virtual Reality visualization. The results indicated that the Teacher category exerts the greatest influence on mathematics learning, highlighting factors such as student engagement, commitment, empathy, and the use of technological and teaching tools. The Virtual Reality visualization allowed the identification of all the significant patterns and relationships between teacher performance and academic achievement. This parametric model is positioned as a valuable tool for diagnosing and improving mathematics teaching at the High School Level, providing a comprehensive view of the key factors in this educational process.

Keywords: Parametric model, Virtual reality, Learning indicators, Mathematics, High school education.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la educación, es crucial abordar los desafíos y problemáticas que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el Nivel Medio Superior (NMS). Este nivel educativo abarca a estudiantes que se encuentran en un rango de edad entre 15 y 18 años, con un total aproximado, según datos del INEGI, de 5,103,342 de estudiantes cursando el bachillerato o también conocido como media superior (Tabla 1).

Tabla 1
Estudiantes en el Nivel Medio Superior

Sexo	2023/2024 Media Superior
Total	5,103,342
Hombres	2,470,633
Mujeres	2,632,709

En otros países, este grado corresponde a la etapa preparatoria o preuniversitaria, donde los estudiantes están por definir sus estudios superiores. La comprensión de los indicadores de aprendizaje y su adecuada visualización son elementos fundamentales para poder mejorar la calidad de la educación en esta disciplina, ya que permiten identificar áreas de mejora y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, reduciendo así los índices de reprobación y deserción.

Aquí se abordarán los problemas educativos que se han identificado en la educación media superior en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. En este contexto, se empieza justificando el problema de investigación, centrado en los altos índices de reprobación. Asimismo, se explora el uso de tecnologías en la gestión educativa como una herramienta prometedora para abordar las dificultades identificadas.

Finalmente, se presenta una descripción detallada del problema específico que se abordará en esta investigación. Se analiza la necesidad de desarrollar un modelo paramétrico de visualización en realidad virtual de los indicadores de aprendizaje

en matemáticas, y se destacará la relevancia que esta propuesta puede aportar al contexto educativo del NMS.

1.1 Problemas educativos en la educación media superior

En el trayecto escolar, el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación se transita por diversas asignaturas de carácter obligatorio, particularmente las matemáticas se encuentran en todos los niveles educativos y son las que tienen un mayor índice de reprobación que llevan como consecuencia a la deserción o abandono escolar; la Secretaría de Educación Pública reconoció de manera oficial que las matemáticas, junto con la lectura y la redacción, representan algunos de los principales desafíos en los niveles de educación básica, media y superior (Morales Rocha, 2001).

Por matemáticas se entiende como el conjunto tanto de métodos, técnicas y conceptos con los cuales se puede analizar diferentes situaciones y fenómenos en diversos contextos, identificar patrones y regularidades, procesar e interpretar información, tanto cualitativa como cuantitativa, así como plantear y resolver problemas (INEE, 2019).

Los errores aparecen permanentemente en las producciones de los alumnos, en cuanto al ámbito de la educación matemática se refiere: en la práctica, los desafíos se presentan como respuestas incorrectas, las cuales se entrelazan y refuerzan en sistemas complejos que dificultan el aprendizaje, creando una variedad de obstáculos que surgen durante el proceso educativo (del Puerto et al., 2004). Es por lo que los docentes suponen un desafío académico beneficioso para los estudiantes, ya que estimulan el anhelo de persistencia y dedicación. Además, suelen ser una fuente de inspiración para continuar enfrentando el curso y superar las dificultades en matemáticas (Lozano Treviño, 2021).

El docente tiene como obligación, entre otras más, el mejorar el proceso docente educativo de la matemática, de tal forma que los estudiantes puedan utilizar eficaz y eficientemente los conocimientos adquiridos en su ámbito escolar para resolver problemas en situaciones novedosas o contextos diferentes (Morales Rocha, 2001). Desde hace años en todo el mundo, la medición de los conocimientos y habilidades matemáticas en los jóvenes de NMS ha sido una preocupación. Las evaluaciones estandarizadas reflejan lo que se ha enseñado en los planes de estudio y evalúan si los estudiantes pueden utilizar lo aprendido en diferentes situaciones de la vida como individuos comprometidos y reflexivos (Lozano Treviño, 2021).

Es evidente la necesidad de mejorar el desempeño académico de los estudiantes de NMS en México, especialmente considerando que la obligatoriedad de este nivel educativo, establecida en la Reforma del Artículo Tercero Constitucional en 2012, implica el desafío de reducir la reprobación de materias, en particular matemáticas durante el primer año. Está demostrado que esta situación es uno de los principales factores que contribuyen al abandono escolar (Melo Macías, 2020). De acuerdo con el INEGI, el abandono escolar en el NMS alcanza un 10.8% (Tabla 2).

Tabla 2
Porcentaje de abandono en el NMS

Nivel educativo	2023/2024
Media Superior	10.8

Mientras que la eficiencia terminal es del 75.4% (Tabla 3). Además, algunos estudios señalan que cerca del 80% de los alumnos que dejan sus estudios en este nivel han reprobado materias en su primer año (Ibarra et al., 2017).

Tabla 3
Eficiencia terminal en el NMS

Entidad federativa	Nivel educativo	2023/2024
Estados Unidos Mexicanos	Media superior	75.4

El indicador más empleado para identificar el conocimiento de los estudiantes de NMS es el rendimiento académico, así como sus capacidades y esfuerzos en dicha disciplina (Lozano Treviño, 2021). Según el informe de resultados del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes por sus siglas PLANEA el logro educativo de los estudiantes de NMS en matemáticas se divide en 4 niveles de logro:

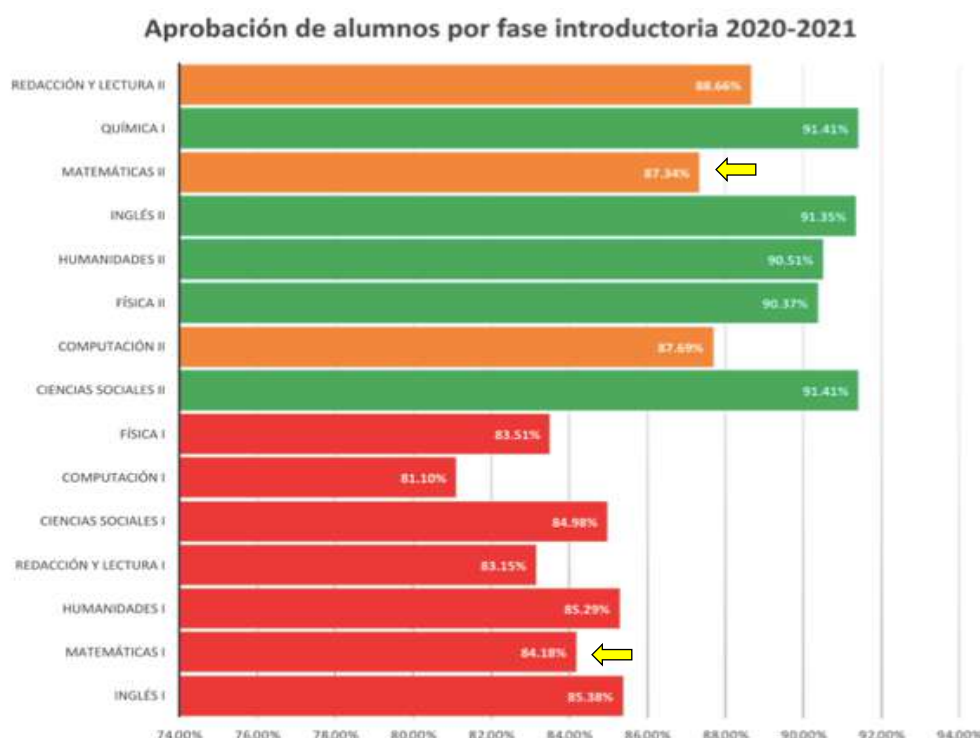
- Nivel 1: Dominio insuficiente, los jóvenes aun no desarrollan las habilidades algebraicas necesarias, sin embargo, son capaces de solucionar problemas donde se requiere el manejo aritmético con números enteros y decimales.
- Nivel 2: Dominio básico, es decir, son capaces de resolver operaciones donde se incluyan tanto incógnitas como variables sencillas.
- Nivel 3: Dominio satisfactorio, por ende, resuelven problemas donde se hace uso del manejo de ecuaciones tanto de primer como segundo grado, al igual que sistemas ecuaciones con dos incógnitas.
- Nivel 4: Dominio sobresaliente, en el cual se posee un dominio del conjunto de reglas de operación algebraica comprenden funciones matemáticas e identifican algunas de sus características.

A nivel nacional, la media de puntos que obtuvieron los estudiantes de preparatoria en matemáticas en el año 2017 fue de 500, este resultado se clasifica en el nivel de logro I. En matemáticas, cerca de 6 de cada 10 alumnos se encuentran en el nivel I lo que representa un 66% y significa que enfrentan dificultades al hacer cálculos con fracciones y al realizar operaciones que incluyen tanto variables con letras como incógnitas. Además, tienen dificultades para identificar y examinar las relaciones entre dos variables. Por otro lado, aproximadamente 2 de cada 10 estudiantes se ubican en el nivel II (23%); menos de 10% se ubica en el nivel III (8%) y menos de 5%, en el nivel IV (2.5%) (INEE, 2019).

En el estado de Zacatecas en el NMS, concretamente en la Unidad Académica de Preparatorias Programa 1 perteneciente a la Universidad Autónoma de Zacatecas, en el periodo 2020-2021 se tiene un índice de reprobación total aproximado al

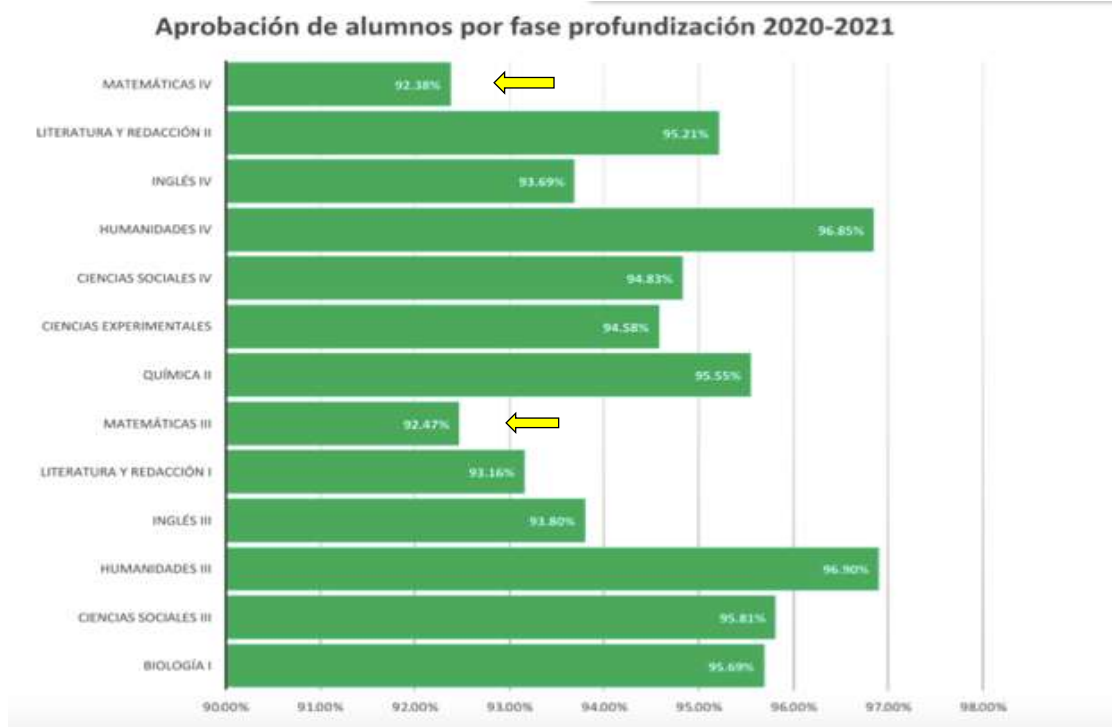
21.1%, que en cantidad equivaldría a 382 alumnos de 1810 (UAZ, 2022). Una de las materias con más índice de reprobación es matemáticas, la cual en la fase de introducción (primer año) del mismo periodo (Figura 1). En el primer semestre se tiene un porcentaje de 14.62% de reprobación (595 alumnos).

Figura 1
Aprobación en fase de introducción



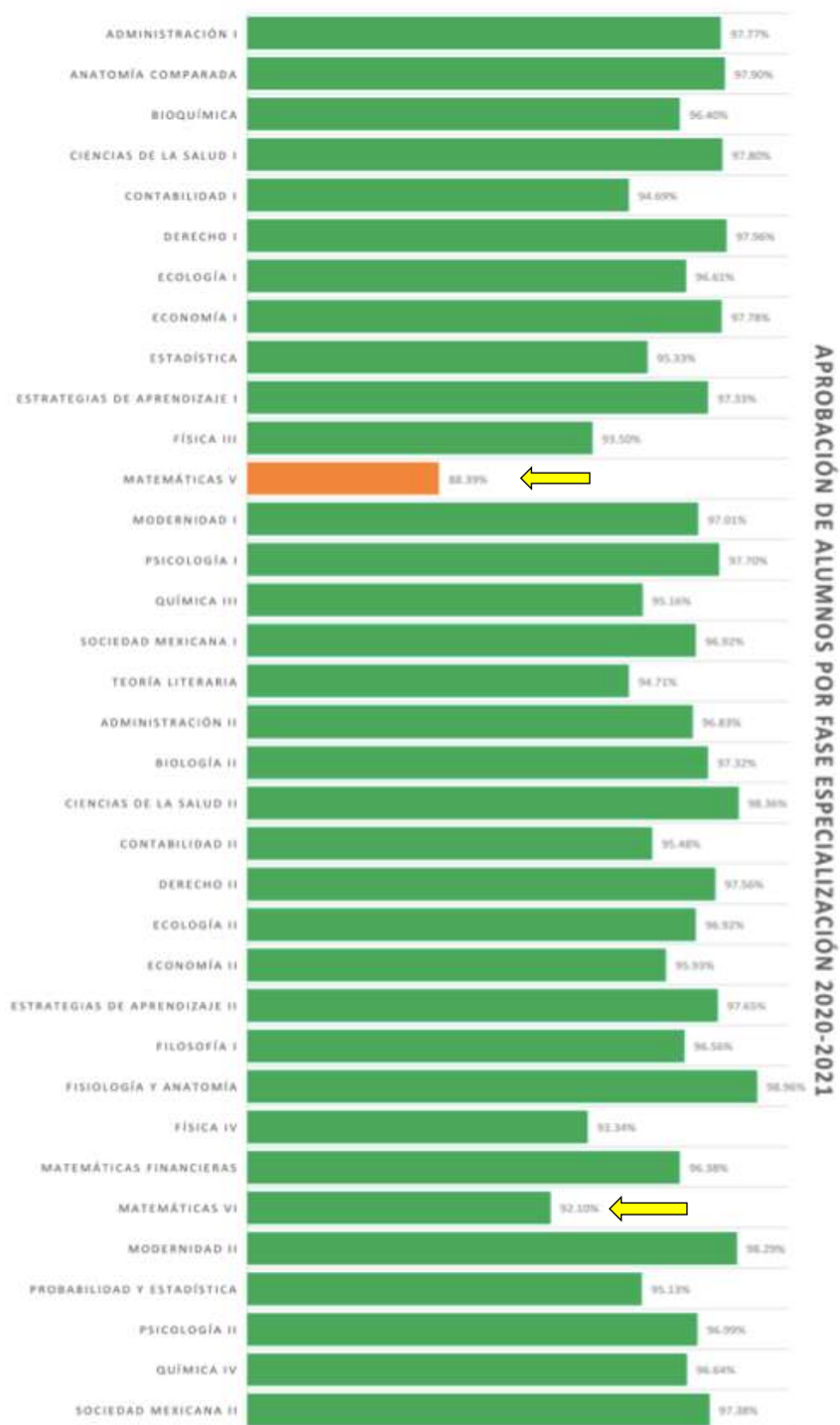
Para el segundo semestre el porcentaje es de 12.66% (368 alumnos) y entrando en la fase de profundización (segundo año) los índices decrecen (Figura 2). Para el tercer semestre a 7.53% (220 alumnos) y el cuarto semestre a 7.62% (214 alumnos).

Figura 2
Aprobación en fase de profundización



Para la fase de especialización (tercer año) el índice vuelve a incrementar (Figura 3), teniendo para el quinto semestre un porcentaje de 11.61% (98 alumnos) y para el sexto semestre el porcentaje baja a 7.9% (61 alumnos).

Figura 3
Aprobación en fase de especialización



Por lo cual, es importante analizar los indicadores o variantes alrededor de dicho fenómeno para descubrir realmente cuáles son los factores que están propiciando el alto grado de reprobación en dicha asignatura, si son realmente los estudiantes o los profesores quienes lo acrecientan y detectar las áreas de mejora en dicha asignatura, de tal manera que se propone la creación de un modelo paramétrico para visualizarse a través de realidad virtual, con lo cual será más sencillo generar estrategias de mejora continua y por ende disminuir esos indicadores, además de la facilidad para portar la aplicación en los teléfonos móviles de los funcionarios.

Esta propuesta se podría escalar al resto de asignaturas del NMS, de tal manera que la toma de decisiones sea más acertada para todo el currículo y fortalecerá la gestión escolar de las instituciones de NMS.

1.2 Uso de tecnologías en la gestión educativa

La tecnología en el ámbito educativo es representada por todas aquellas aplicaciones y plataformas que se encuentran al servicio del proceso de aprendizaje, como lo son materiales, estudio de los medios, portales y plataformas virtuales (Torres et al., 2017), el uso de estas herramientas han traído consigo, sorprendentemente, favorables resultados en cuanto la mejora de la calidad educativa demostrando ser grandes herramientas y aliadas para el uso y servicio de los docentes y estudiantes, las cuales ayudan a obtener más significativas y efectivas experiencias de aprendizaje. Hoy en día, el ser humano al encontrarse sumergido en una era complementa digital en todos los ámbitos de la vida, integrando el ámbito educativo, es por ello, por lo que los sistemas educativos deben ser adaptados y ajustados, aprovechando cada oportunidad que las tecnologías brinda para transformar la manera en cómo se está enseñando y aprendiendo.

La tecnología brinda una amplia gama de recursos y herramientas que favorecen al enriquecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje; según los autores Clark y Mayer (2016) implementar tecnologías educativas pueden brindar acceso a materiales considerados interactivos, simulaciones, juegos educativos y otros recursos multimedia que contribuyen a facilitar el entendimiento de los conceptos matemáticos. Dichas herramientas poseen la capacidad de ser adaptadas a las necesidades que poseen los estudiantes logrando con ello brindar un enfoque centrado, el cual promueva la autonomía y la autorregulación del aprendizaje (Hattie, 2017).

Uno de los fines de las tecnologías educativas se centra en ayudar a la comunicación entre los docentes y los alumnos así como a la colaboración que se tiene con los estudiantes. A través de las plataformas de colaboración o los entornos virtuales, los autores Lai y Bower (2019) afirman que estas herramientas propician que los estudiantes puedan tener interacción con sus compañeros por medio de los foros de discusión, que trabajen en proyectos en grupo y que a su vez reciban retroalimentación por parte del profesor de una manera más eficiente. La tecnología educativa tiene múltiples beneficios, los cuales no son exclusivos de los estudiantes, tanto docentes como administrativos de instituciones también disfrutan de sus ventajas, las cuales les permite recopilar datos, analizar información para que tomen decisiones informadas sobre posibles áreas de mejora identificadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes generando con ello eficacia en el entorno educativo.

Con la implementación de tecnologías educativas, a través de un constante análisis y seguimiento de los datos, así como del comportamiento y evolución de los estudiantes, los docentes se encuentran en facultad de identificar los problemas presentes en el aula para aplicar estrategias de mejora. Esta afirmación es respaldada por los autores Penuel y Gallagher (2017), quienes aseguran que las herramientas tecnológicas ayudan a los docentes a tener un monitoreo de los

resultados en tiempo real brindándoles la posibilidad de analizar el nivel de desempeño que se está generando, con toda esta información recabada, se les brinda a los docentes una base de conocimiento con la cual pueden fácilmente identificar que alumnos están experimentando deficiencias o dificultades para tomar medidas de corrección.

Como se mencionó, la comunicación y la colaboración pueden ser apoyadas con el uso de las tecnologías, las cuales también dan la oportunidad de facilitar el intercambio de ideas orientadas a la mejora del rendimiento estudiantil entre los directivos, los administrativos y los docentes de una institución educativa. Las plataformas especializadas en la gestión de proyectos, así como los espacios virtuales de trabajo, según los autores Owusu-Ansah y Larson (2020), ayudan a todos aquellos profesionales de la educación de manera más efectiva a la realización de tareas específicas, entre ellas encontramos el compartir recursos multimedia, poder discutir estrategias pedagógicas a través de foros o videollamadas y colaborar en la resolución de problemas.

Cabe mencionar, que a pesar de la existencia de múltiples beneficios que ofrece el uso de tecnologías en el ámbito educativo, desafortunadamente también se encuentra una notable falta de herramientas que se encuentren diseñadas y a la vez personalizadas específicamente para llevar a cabo la solución de problemas y la visualización de datos en el contexto de la mejora de las matemáticas (Espinosa y Sánchez, 2014). Actualmente, en el mercado encontramos infinidad de herramientas, aplicaciones y recursos tecnológicos disponibles de manera inmediata, sin embargo, no todas ellas están adaptadas de manera óptima para poder abordar las necesidades específicas encontradas en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

Al haber una carencia en herramientas especializadas para la enseñanza de las matemáticas resulta desafiante el poder identificar tendencias, patrones y posibles

áreas de mejora en el rendimiento de los estudiantes. Por tal motivo, se debe resaltar y reconocer lo importante que es promover la creación de tecnologías educativas personalizadas que se centren en dicha problemática, con estas herramientas se les podría proporcionar a los docentes y estudiantes aplicaciones o plataformas que sean efectivas para la visualización de datos, que permitan la identificación de factores relacionados con la reprobación en matemáticas y a su vez realizar un seguimiento del progreso individual. Al hacerlo, se podrían maximizar los beneficios de las tecnologías en la gestión educativa y generar un mejor rendimiento en el aprendizaje de las matemáticas en el NMS.

1.3 Descripción del problema

Los posibles factores relacionados con el índice de reprobación de matemáticas en estudiantes de NMS surgen de diferentes perspectivas como son la parte institucional, los antecedentes de los alumnos, su prospectiva profesional y los docentes (Figura 4); es de ahí que se plantea como problema:

¿Cuáles son los factores del índice de reprobación de estudiantes?

Figura 4
Descripción del problema



Según el autor Guzmán (1997) el desarrollo tanto de la ciencia como la tecnología ha sido posible gracias a la aplicación de las matemáticas como una herramienta fundamental en diversas disciplinas del conocimiento. Por ello, su dominio sigue siendo tan esencial en la actualidad como lo fue en la antigüedad. Las matemáticas ayudan a comprender qué es lo que pasa en nuestro entorno, además permiten el poder predecir ciertos eventos al hacer uso de modelos matemáticos. Es por ello, que en la construcción de la civilización actual las matemáticas ocupan un lugar sumamente importante.

Dentro del ámbito del proceso enseñanza-aprendizaje, una de las asignaturas con mayor índice de reprobación a cualquier nivel educativo son las matemáticas, las cuales presentan reiteradamente un problema para los estudiantes sin conocer la

verdadera causa de lo que sucede y generando en ellos un rechazo hacia dicha disciplina.

Estudiar matemáticas es uno de los más grandes temores de la mayoría de los mexicanos, por sí sola la palabra genera conflicto. La evasión se ha transformado en una disciplina ampliamente practicada, según los últimos resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA) sólo 1 de cada 100 estudiantes suele tener un nivel alto de competencia en esta asignatura, por lo que el 56% de ellos tiene un nivel bajo de conocimiento de las matemáticas (Economista, 2021).

Según los autores Caballero y Espínola (2016) en este rechazo influyen las características naturales de las matemáticas como el que son precisas y abstractas. A lo largo del tiempo se ha transmitido con gran frecuencia por familiares, padres y amigos experiencias no gratas en dicha área del conocimiento, generando con ello un estereotipo. La misma sociedad se ha encargado de promover que las matemáticas están destinadas para los “más inteligentes” y que son difíciles; estos prejuicios o estereotipos en muchas ocasiones se arrastran de generación en generación, mismos que llegan a ocasionar el bloqueo de la mente de los niños y jóvenes.

El elevado porcentaje de fracaso en matemáticas a menudo se debe a la carencia de técnicas de enseñanza, así como la motivación y las actitudes de los estudiantes y del docente. De ahí la importancia que tiene el papel del docente, el cual tiene que poseer diferentes habilidades profesionales, y tiene que ser, en primer lugar, un gran conocedor de la materia, puesto que no hay un enfoque educativo único que sirva para dar respuesta a las diferentes dificultades de aprendizaje que pueden presentar los alumnos (Fernández Carreira, 2013).

La investigación permite identificar las diferentes variantes que son propiciadoras del alto índice de reprobación propiamente en la asignatura de matemáticas, así como los factores docentes, institucionales, de prospectiva profesional y antecedentes estudiantiles que se encuentran más arraigados a esta problemática. Es de suma importancia verificar el juego que están realizando los docentes al momento de impartir dicha materia y medir el grado en el que están afectando o ayudando a que este índice acrecenté. Existen estudios relacionados con el tema, sin embargo, la materia se centra y enfoca concretamente en los factores estudiantiles, dándoles todo el peso a ellos como la causa de reprobación, sin medir ni profundizar en el factor docentes, siendo un factor clave.

Según los autores García y Estrada, en el artículo denominado “Factores que influyen en la motivación para aprender matemáticas en estudiantes de una Preparatoria de la Universidad Autónoma de Nayarit” afirman que los estudiantes perciben a los docentes de la institución, en concreto de matemáticas como amargados, aburridos e inclusive regañones, que no saben explicar bien, raros, estrictos, complicados, exagerados, que no siempre los comprenden, comparten que a veces llega al salón se sienta asigna un trabajo y no explica, al explicar no lo hacen con ganas, le ponen más atención a los estudiantes más inteligentes, comentan que el docente es bueno pero que les gustaría que pudiera controlar el grupo, por lo tanto el comportamiento de los docentes en el momento de enseñar las matemáticas es otro factor (García Ángeles y Estrada Esquivel, 2014).

El 75% de los estudiantes de nacionalidad mexicana presentan ansiedad por las matemáticas, según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), siendo México el país con el índice más alto entre todos los países miembros del organismo. A los alumnos les preocupa frecuentemente tener dificultades en estas clases o bien, no resolver problemas matemáticos (Economista, 2021).

Existe, sin duda alguna, una importancia significativa en la interacción que existe entre docente y alumno, para el proceso de enseñanza y sobre todo de aprendizaje de las matemáticas. Generalmente cuando en las escuelas persisten malas relaciones entre los alumnos que a ellas asisten y los docentes, además se percibe un mal clima disciplinario, estos estudiantes suelen mostrar menos compromiso con su educación. Cuando se presentan estas circunstancias hay más probabilidades de que los estudiantes falten a clase sin autorización, lleguen tarde y tengan actitudes negativas hacia la institución. Profesores y directivos deben ser capaces de identificar aquellos alumnos que muestran un compromiso débil, apoyándolos individualmente antes que esa falta de compromiso se consolide, ayudando a establecer una comunidad escolar sólida puede ayudar a mejorar los niveles de compromiso de los alumnos con la escuela y el aprendizaje (OECD, 2013).

El estudio se centra en los alumnos de la Unidad Académica Preparatoria Programa I de la Universidad Autónoma de Zacatecas debido a que esta institución enfrenta de manera significativa la problemática identificada, manifestada en altos índices de reprobación, lo cual trae consigo consecuencias como deserción, bajo rendimiento académico y desmotivación.

Será importante conocer los factores docentes en los que se está fallando, ya que al identificarse se podrán analizar de manera visual y detalladamente el comportamiento que están teniendo en torno a la variable de reprobación, de esta manera se generaran estrategias de mejora para obtener una educación de calidad y lograr disminuir el índice de reprobación y por ende las consecuencias que trae con ello.

II. ESTADO DEL ARTE

En el ámbito de la investigación es indispensable llevar a cabo una exhaustiva búsqueda de la información para contar con referencias tanto metodológicas como de contenido que permita avanzar en el estudio, esto con el objetivo de no partir desde cero y proporcionar un punto sólido de partida. En ese sentido, se analizaron diversos artículos publicados entre los años 2015 y 2025 con la finalidad de obtener aportaciones que sean valiosas con relación al desempeño en las matemáticas.

La búsqueda sistemática se realizó por medio de un proceso estrictamente riguroso y estructurado, dentro del mismo se tomaron en cuenta las palabras clave que se consideraran importantes para la búsqueda de la información, también se hizo uso de criterios tanto de exclusión como de inclusión con el fin de garantizar que solo se consideraran trabajos que fuesen relevantes en el campo a investigar al igual que poseerán calidad. Una vez seleccionados los trabajos se realizó un análisis crítico de la literatura, en el cual se evaluó la metodología utilizada, los resultados que obtuvieron y las conclusiones presentadas. Gracias a este proceso fue posible recabar información valiosa pero además de ello se pudo identificar vacíos existentes que abren la oportunidad a nuevas investigaciones en el campo. Este proceso fue documentado y publicado en la décima Tercera Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética: CICIC 2023 (Gutierrez-Guillen et al., 2023)

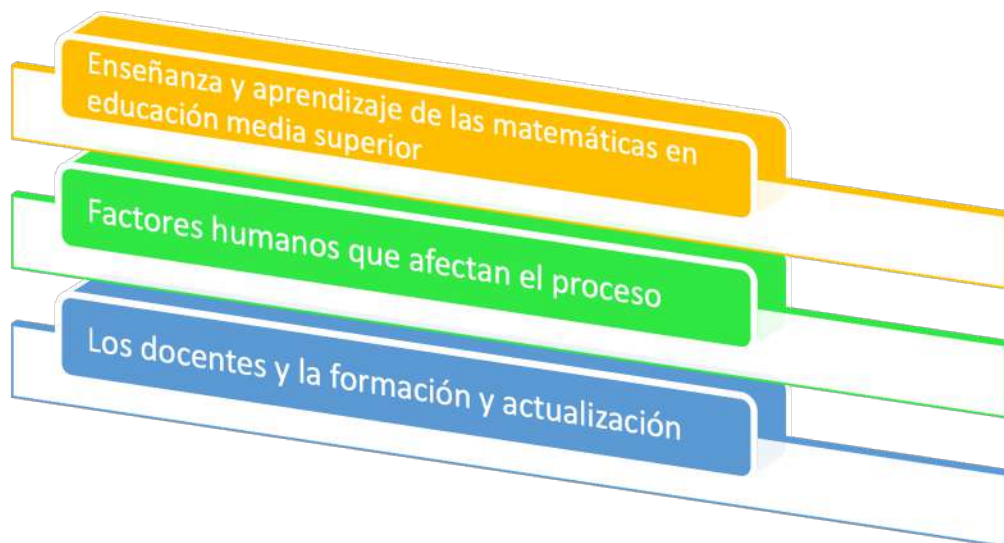
Cabe destacar que el tema de investigación abordado es objeto de polémica constante y ampliamente recurrente en el ámbito educativo. Por tal motivo se evidencia la existencia de numerosos estudios, sin embargo, aun así, se encuentran varios temas que requieren una definición, delimitación e investigación más profunda. Esta afirmación está respaldada por los resultados obtenidos a través de la revisión de los artículos seleccionados, en los cuales fueron localizados interesantes contribuciones relacionadas con el desempeño en las matemáticas,

pero evidenciaron la necesidad de explorar aspectos que se han quedado reflejados en el debate académico.

Los resultados de esta revisión han permitido identificar tres categorías principales que estructuran el estado del arte en este tema (Figura 5).

Figura 5

Categorías del estado del arte



La “Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación media superior” corresponde a la primera categoría, la cual tiene como objetivo analizar los métodos de enseñanza, los recursos didácticos, las estrategias pedagógicas, y los enfoques que suelen ser utilizados en el ámbito educativo del NMS, con la finalidad de destacar y comprender las prácticas existentes que han mostrado ser más efectivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

La segunda categoría, fue denominada “Factores humanos que afectan el proceso”, la cual tiene un enfoque centrado en la identificación de los elementos que influyen en el desempeño de los estudiantes en matemáticas. Aquí se resaltan factores que incluyen variables como las actitudes, creencias, motivaciones, estilos de aprendizaje y características individuales de los estudiantes al igual que el entorno

sociocultural en el que se desenvuelven. Por ello, es de vital importancia entender estos factores para diseñar intervenciones educativas más personalizadas y efectivas.

Por último, la tercera categoría corresponde a “Los docentes y la formación y actualización”, la cual se enfoca en el trascendental papel de que desempeñan los docentes en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, también se analiza la formación tanto inicial y continua que poseen, el desarrollo profesional y las estrategias de actualización que les dejan mejorar su práctica pedagógica en el área de las matemáticas.

Cabe destacar que la finalidad del análisis es el constituir categorías claras y fundamentadas que sean de utilidad para el desarrollo de la presente investigación. A continuación, se expone una breve descripción de algunos de los artículos revisados en sus correspondientes categorías.

2.1 Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en Educación Media Superior

En el artículo denominado “Aprender matemática: dificultades desde la perspectiva de los estudiantes de Educación Básica y Media” (Minte Münzenmayer et al., 2020) con un método cuantitativo de nivel descriptivo y un paradigma positivista se exponen las causas que experimentan los estudiantes chilenos con el objetivo de explicar los bajos resultados en matemáticas, los resultados mostraron que algunas de las causas más importantes incluyen las particularidades de la materia, el desempeño o actuar del docente, las cualidades del estudiante y las herramientas de evaluación.

En la tesis doctoral de Melo Macias (2020) se utilizó una metodología mixta y tuvo como objetivo plantear cómo se están enseñando las matemáticas en el primer año

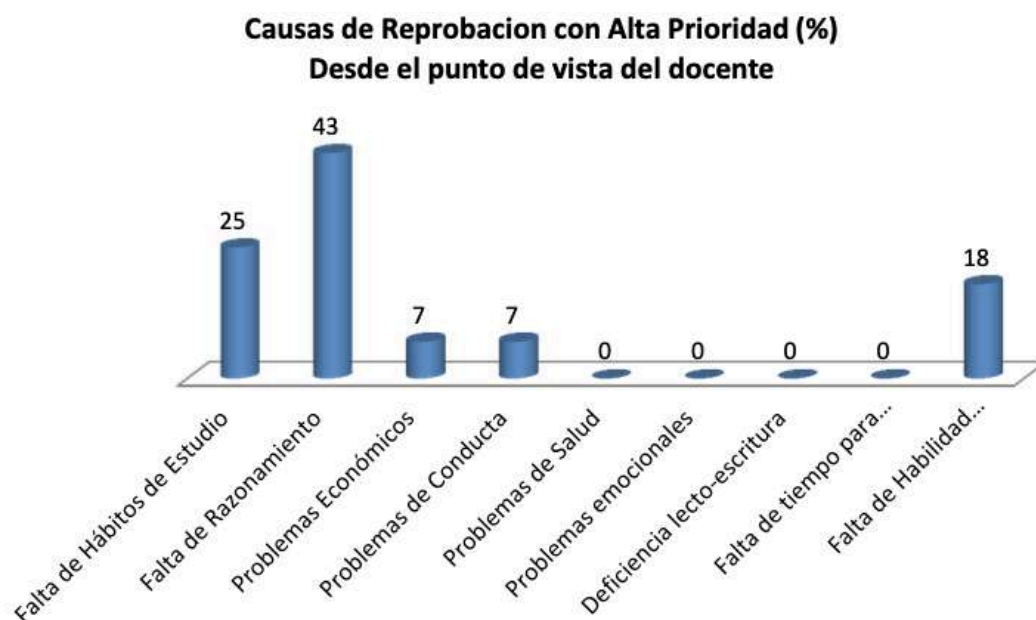
de bachillerato considerando las opiniones de docentes y de estudiantes de la institución de estudio, el propósito consistía en evaluar ciertos problemas en la educación media superior del país como el abandono escolar, el bajo rendimiento, la baja eficiencia en la graduación y las materias reprobadas; los resultados mostraron que las principales dificultades que tienen los estudiantes para aprender son Álgebra, Geometría y Trigonometría, también el perfil de los docentes y las pocas estrategias de enseñanza disponibles.

En un contexto similar, en el artículo de Carballo Aguilar (2016) se abordó la persistente problemática en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, la cual es una asignatura obligatoria en todos los niveles educativos en México. Aunque las dificultades con esta materia son históricas, se agravan especialmente en el NMS demostrado con el índice nacional de reprobación del 37.4%, según el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE).

En este contexto, Chiapas destaca como el estado con el mayor rezago educativo en el país y con el objetivo de comprender los factores más relevantes en la reprobación en matemáticas se llevó a cabo un proyecto de investigación en la Escuela Preparatoria Lázaro Cárdenas del Río en el Municipio de las Margaritas, Chiapas donde los resultados mostraron que según la percepción de los docentes encuestados (Figura 6), la falta de razonamiento, la falta de hábitos de estudio y la falta de habilidad matemática son las principales razones por las que los alumnos reprueban matemáticas. Por otro lado, los estudiantes identificaron deficiencias específicas en álgebra, geometría analítica, trigonometría y aritmética como las principales razones de su reprobación en la materia.

Figura 6

Causas de reprobación desde la percepción del docente¹



Sin embargo, en el capítulo del libro denominado “La Educación matemática en las enseñanzas obligatorias y de bachillerato” (López Beltrán et al., 2020) de una manera descriptiva se abordan las estrategias de enseñanza-aprendizaje con especial interés en la resolución de problemas, la modelización, la perspectiva STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics) y las herramientas TIC, además se describe la evaluación competencial del alumnado y al proceso reflexivo del profesorado en la búsqueda de la mejora continua de su labor docente en la educación preuniversitaria española.

Se obtuvieron como resultados que las políticas educativas no son adecuadas para atender a todas las variabilidades en la enseñanza de las matemáticas en las escuelas, se ha señalado que existe una gran debilidad en enfocarse a una

¹ Datos obtenidos del artículo: Cuáles son los principales factores en la reprobación en matemáticas, nivel bachillerato Caso de Estudio: Escuela Preparatoria Lázaro Cárdenas del río, Municipio de las Margaritas, Chiapas

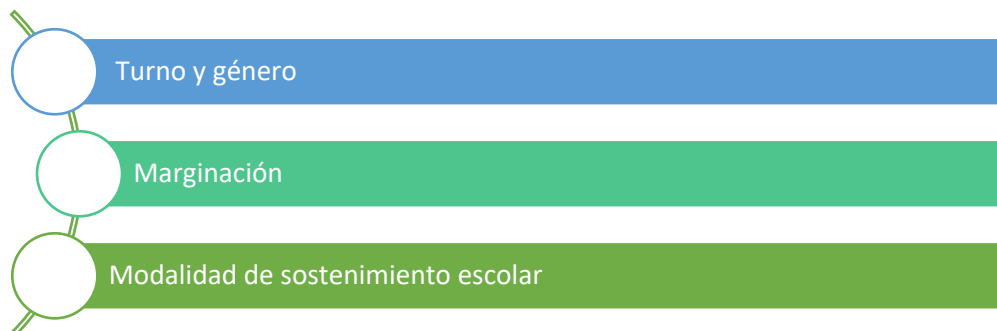
alfabetización que resulte funcional para los estudiantes, además las prácticas de enseñanza impactan principalmente en los métodos utilizados y en la forma en la que se evalúa, la evolución en el aula de matemáticas debería ser vista desde un ángulo formativo, también se ha demostrado que el conocimiento que posee el profesor de dicha asignatura es el factor más significativo que no está relacionado con los estudiantes, superando incluso el tiempo que es dedicado a enseñar matemáticas en formación inicial o el contexto social, por otro lado, las oportunidades para la formación continua de los docentes de matemáticas son limitadas y poco organizadas.

Por último, en el artículo de Gutiérrez Pulido y colaboradores (2015) se abordó la compleja relación entre el desempeño académico en matemáticas y diversas variables como la marginación, el sostenimiento escolar, el género y el turno. A diferencia de otros estudios que examinan estas variables de manera individual y consideran a todos los estudiantes de un mismo turno en cada escuela como unidad de observación este estudio adoptó un enfoque grupal y simultáneo para todas las variables. Se analizaron los resultados obtenidos en matemáticas en la prueba ENLACE del año 2011 en las escuelas de enseñanza de NMS en el estado de Jalisco.

Los hallazgos revelaron que las variables de mayor influencia en el rendimiento en matemáticas son el turno y el género, seguidas de la marginación y en menor medida la modalidad de sostenimiento escolar (Figura 7). Notablemente, no se encontraron diferencias significativas entre las escuelas de carácter público y privado.

Figura 7

Variables de mayor influencia variables de mayor influencia en matemáticas en Jalisco



Al realizar el análisis de los diferentes trabajos, tanto de estudio como de investigación acerca de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el NMS, se descubrieron las diversas variables que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes y la complejidad de esta área educativa.

2.2 Factores humanos que afectan el proceso

En el artículo “Factores que intervinieron en la reprobación de la asignatura matemáticas en la educación básica superior del período lectivo 2014-2015 de la Unidad Educativa Eloy Alfaro en la ciudad de Quevedo” (Barros et al., 2018) se trató de determinar los factores que intervinieron en dicha materia mediante el uso de encuestas para recabar información de cómo afectan en el aprendizaje de las matemáticas las actitudes que presentan los docentes, los estudiantes y los padres en el aprendizaje de dicha asignatura que pudiesen influir en el aprendizaje obteniendo como resultados que la calidad de la enseñanza por parte del docente está vinculado al desarrollo completo de los estudiantes, pues el desafío radica en ayudarlos a formar habilidades de pensamiento, en el ámbito escolar muchos muestran actitudes favorables hacia la materia, además los comportamientos de los padres tienen un impacto directo en los estudiantes, por lo cual, es esencial crear

un entorno familiar que los ayude a fomentar el disfrute de las actividades académicas, en especial las matemáticas ya que la supervisión que brindan los padres influye en el rendimiento escolar de sus hijos.

En la publicación de los autores Corona y colaboradores (2016) consideraron una base metodológica que tomó en cuenta tanto el ámbito educativo como el social, se discutió cómo se pueden reducir las tasas de fracaso escolar en los estudiantes de esa institución mediante estrategias alternativas que ayuden a mejorar su rendimiento académico, dentro de este proceso se consideraron aspectos como el cuerpo docente, los alumnos, la intención comunicativa, las actividades académicas, la participación, los recursos disponibles, el aprendizaje, la evaluación, así como la estructura y la dinámica del grupo y se exploraron opciones como la interacción grupal, la terapia familiar, técnicas para manejar el estrés y evaluaciones del ambiente y se pusieron en práctica estrategias como asistir a grupos de aprendizaje adicionales, formar círculos de estudio y lectura, integrar tutorías, entre otros, gracias a estas acciones se logró disminuir las tasas de reprobación en comparación con semestres anteriores, alcanzando una reducción de entre un 21% y un 50%.

En el artículo del autor Ortega Rodríguez (2023) se abordó un estudio que examina la influencia de diversos factores relacionados con los estudiantes en su rendimiento en matemáticas utilizando la base de datos del estudio TIMSS 2019. La muestra se comprendió de 9,512 estudiantes de España, los cuales pertenecían al 4º de primaria distribuidos en 535 centros educativos con una proporción de género del 51.6% para niños y del 48.4% para niñas. Se emplearon diversas técnicas estadísticas, como un Análisis Factorial Exploratorio, pruebas t de Student, un modelo lineal multinivel (a nivel de estudiante e institucional) y un Análisis de Covarianza (ANCOVA).

Dentro del estudio fueron encontrados tres factores la actitud, la ansiedad y la autosuficiencia generados por las matemáticas (Figura 8), los resultados mostraron que los elementos que influyeron en el rendimiento de dicha asignatura fueron el nivel educativo que poseen los padres, el número de libros que se tienen en casa y el área en la donde se ubica la institución (rural o urbana).

Figura 8

Factores Asociados al Rendimiento en Matemáticas de Estudiantes de España en Primaria



En otro estudio sobre resiliencia matemática de los autores Benítez Corona y Martínez Rodríguez (2023) se trabajó con 41 estudiantes de 1er. semestre pertenecientes a un bachillerato rural en México y se utilizó una metodología mixta con un diseño exploratorio secuencial, los resultados mostraron que varios factores afectan su interés, motivación, dedicación y esfuerzo son las creencias de los estudiantes sobre ellos mismos y su conexión con las matemáticas.

A pesar de que la mayoría de los resultados muestran creencias negativas y rígidas, también se pueden ver algunas que favorecen una mentalidad de crecimiento, estas incluyen la toma de conciencia para valorar las matemáticas, el esfuerzo para continuar aprendiendo y el entendimiento de que las relaciones pueden ayudar a superar dificultades en ese proceso.

Al analizar los diversos factores humanos que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje queda claro que el desempeño en matemáticas resulta ser una tarea compleja y multidimensional.

2.3 Los docentes y la formación y actualización

En el artículo de nombre “Pre-service mathematics teachers’ narrated failure: Stories of resilience” (Lutovac, 2019) se analizan las narrativas de dos profesores de matemáticas en formación sobre el fracaso y la identidad para ilustrar su comprensión personal de sus propios fracasos mostrando como resultado, en cuanto a las prácticas, las conclusiones apuntan a la necesidad de prestar atención a los objetivos y expectativas de los alumnos, más que al docente, y abordarlos explícitamente, ya sea en el entorno escolar o en la formación del profesorado. Además, como profesores o formadores de profesores, puede que sean demasiado rápidos a la hora de etiquetar a los alumnos, dado que el fracaso es un constructo cognitivo y emotivo que se cuela fácilmente en el proceso de identificación, se necesita una amplia gama de tradiciones de investigación, incluidas las de la cognición, el afecto y la identidad, para entender este fenómeno de la manera en que lo hacen los individuos que lo experimentan.

En otro artículo los autores Ayala-Espinoza y colaboradores (2021) llevaron a cabo una investigación con el objetivo de identificar los elementos clave que afectan el aprendizaje de las matemáticas. Utilizando datos proporcionados por el Ministerio de Educación del Ecuador, investigaciones previas relacionadas con las variables de estudio y datos recopilados directamente por los investigadores se conformó una muestra de 120 estudiantes de primer año de bachillerato mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia.

La metodología de la investigación se definió como mixta, descriptiva y explicativa, se plantearon diez preguntas cerradas y se utilizó una hoja de cálculo en Excel para calcular el promedio de las calificaciones de los estudiantes en el periodo académico 2017-2018, al finalizar el estudio se determinó que hay tres elementos que afectan el desempeño académico de los estudiantes, los cuales son la participación de los

padres o tutores, el número de alumnos en las aulas y el compromiso de los docentes con las tutorías y la atención individualizada brindada a los estudiantes.

La recolección de datos se llevó a cabo mediante una encuesta compuesta por diez preguntas cerradas y una hoja de cálculo de Excel que promedió las calificaciones obtenidas por los estudiantes durante el periodo académico 2017-2018. Al concluir la investigación, se llegó a la conclusión de que tres factores desempeñan un papel significativo en el rendimiento académico de los estudiantes: la intervención de los padres de familia, el tamaño de las aulas y la dedicación de los docentes en términos de tutorías y atención personalizada a los estudiantes.

Por otro lado, los autores Vargas y Montero (2016), llevaron a cabo un estudio detallado de los posibles factores causales del rendimiento académico en cursos de matemáticas en la Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua. La investigación se basó en un modelo de ecuaciones estructurales y se realizó en una muestra estratificada por conglomerados que abarcaba a 713 estudiantes de segundo año distribuidos en 33 grupos de clases, cada uno con sus respectivos profesores.

En el modelo causal utilizado, además de la nota final en el curso, se incorporaron variables sociodemográficas, psicosociales, institucionales y pedagógicas, de acuerdo con la literatura existente. Los resultados destacaron tres variables estudiantiles como determinantes cruciales del rendimiento en el curso de matemáticas: la inteligencia fluida, los hábitos de estudio y las actitudes negativas hacia las matemáticas. Se observaron efectos indirectos significativos en las dos primeras variables, y en direcciones coherentes con las expectativas previas. En cuanto a las variables docentes, la edad, el nivel académico y la participación en cursos pedagógicos promovidos por la institución mostraron efectos directos de importancia en el desempeño académico de los estudiantes.

Por último, Catillo Sánchez y colaboradores (2020) emplearon un enfoque mixto con el objetivo de identificar ciertos elementos que afectan la deserción y el fracaso académico de los estudiantes en un curso de matemáticas a nivel universitario con la intención de proporcionar información que ayude en la toma de decisiones, los hallazgos indicaron que las razones más significativas para dicho fracaso están vinculadas a la ausencia de buenos hábitos de estudio, la insuficiencia en conocimientos previos, la escasa dedicación al contenido del curso, al desinterés por el aprendizaje y la preferencia por otras asignaturas.

Por otra parte, se mencionan factores como priorización hacia otro curso matriculado, la falta de interés, bajo rendimiento académico en el primer examen parcial, poca dedicación al estudio del curso y deficiencia en conocimientos previos, en cuanto a deserción se refiere.

Al explorar la relación entre los docentes y la formación, actualización y su impacto en el proceso educativo, es evidente la complejidad y la interconexión de los factores que influyen en el aprendizaje de las matemáticas. Los estudios revisados revelan la importancia de comprender las narrativas personales de los profesores, así como la necesidad de abordar explícitamente las expectativas y desafíos de los alumnos en el aula, además, se destaca la relevancia de elementos como la intervención de los padres, el tamaño de las aulas, los hábitos de estudio y las actitudes hacia las matemáticas, tanto por parte de los estudiantes como de los profesores. Estos hallazgos subrayan la importancia de una formación docente integral, centrada en estrategias pedagógicas innovadoras y en el fomento de un ambiente de apoyo y resiliencia. En torno a la investigación, los trabajos previos analizados colocan en un panorama donde las matemáticas son un objeto de estudio constante en todo el mundo, es de ahí donde surge la idea de explorar a profundidad los factores que están interviniendo en el índice de reprobación.

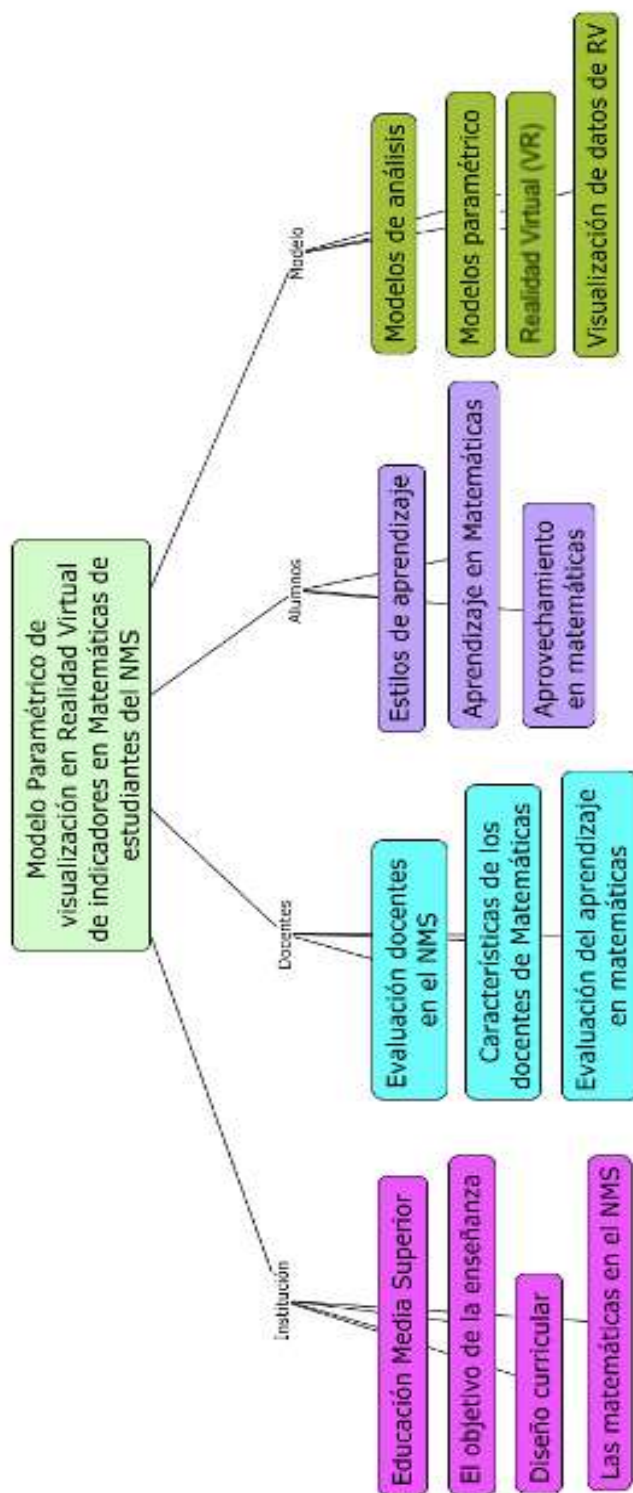
III. MARCO TEÓRICO

Para sustentar el presente trabajo se incorporarán temas fundamentales en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Para tener una claridad en los temas se separaron en tres categorías: institución, docentes y alumnos, cada uno con sus respectivos temas y conceptos, los cuales integraran al tema de investigación.

En el sentido de dar fundamento a la investigación se realizó en ejercicio de la cartografía conceptual, el cual es una representación gráfica de conceptos entrelazados de una manera organizada que permitió obtener una visualización clara y coherente del fenómeno educativo en matemáticas.

Además de esas categorías, se incluyó la denominada modelos, la cual aborda temas de modelos de análisis de datos y modelos paramétricos, los cuales proporcionan un marco de referencia para el desarrollo del modelo propuesto. Los temas por desarrollar se presentan en la Figura 9.

Figura 9
Contexto teórico que fundamenta el desarrollo



3.1 Institución

Dentro de este apartado se abordarán diversos temas que están relacionados con el contexto de la enseñanza de las matemáticas en el NMS dentro de la institución, estos temas son de suma importancia para el entendimiento y análisis del entorno educativo en el cual se está llevando a cabo el desarrollo del aprendizaje. A continuación, se presentan brevemente los aspectos que serán tema de discusión en esta sección. 1) La educación Media Superior, 2) el objetivo de la enseñanza de las matemáticas en el NMS, 3) el diseño curricular de dicha asignatura en dicho nivel educativo, 4) las matemáticas en el NMS.

3.1.1 Educación Media Superior

La Educación Media Superior (EMS) también es conocida como Nivel Medio Superior y a nivel internacional corresponde a lo que se denomina preparatoria es un espacio o nivel educativo donde se forman a jóvenes de entre 15 y 17 años para que desarrollen conocimientos y habilidades que les permitan seguir con sus estudios superiores o emplearse en el mundo laboral. El NMS es reconocido como obligatorio y tiene tres objetivos fundamentales que son consolidar los conocimientos previos de nivel secundaria, preparar a los estudiantes para el siguiente nivel o en su caso propiciarles las destrezas necesarias para emplearse en un trabajo.

El NMS es impartido en tres modelos diferentes:

- El bachillerato general: Se encuentra entre los más populares, aquí la educación se proporciona a nivel propedéutico esto quiere decir que los estudiantes cursan materias del esquema común, las cuales les brindarán los conocimientos necesarios tanto para su ingreso al nivel superior como habilidades sociales y vocacionales.

- El bachillerato tecnológico: Al igual que el bachillerato general es de tipo propedéutico y también prepara a los estudiantes para sus siguientes estudios. Este bachillerato, se enfoca en aspectos tecnológicos y científicos, las materias tienden a ser prácticas lo que les brinda a los estudiantes el desarrollo de habilidades específicas que son relevantes en el campo tecnológico.
- Profesional Técnico: Su objetivo principal es el formar a los estudiantes para que puedan incorporarse directamente al mundo laboral, aquí adquirirán competencias y habilidades en diversas áreas por medio de la práctica para que posteriormente puedan emplearse en diversas industrias y ocupaciones.

El NMS es de vital importancia para los países ya que determinan gran parte de su desarrollo y crecimiento, puesto que los jóvenes que estudian en este nivel representan a las futuras generaciones de profesionales y ciudadanos. En base a las diferentes necesidades que demanda la población estudiantil, el NMS oferta diferentes opciones educativas, las cuales están enfocadas a los múltiples intereses y aspiraciones de cada uno de ellos, lo cual ayuda a contribuir al desarrollo académico y profesional de la juventud.

En la Unidad Académica Preparatoria Programa 1, también conocida como prepa 1, perteneciente a la Universidad Autónoma de Zacatecas se oferta el bachillerato general, el cual les brinda a los estudiantes la oportunidad de cursar una formación integral preuniversitaria con la que se verán listos para su ingreso al nivel superior como en la propia universidad u otras instituciones de educación superior del estado.

El bachillerato general de la prepa 1 ofrece una propuesta académica bastante atractiva para sus estudiantes, ya que abarca múltiples áreas del conocimiento que permiten que adquieran una base sólida en materias como las matemáticas,

ciencias, humanidades y ciencias sociales; a través de ellas se desea que desarrollen habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y la comunicación, las cuales son indispensables para lograr el éxito en el nivel superior y laboral.

3.1.1 El objetivo de la enseñanza

Una de las tareas primordiales de cualquier sociedad consiste en la formación de los habitantes de un país. Cuando se es una nación moderna se necesita que todos sus integrantes posean un nivel cultural que les permita desarrollar una labor de manera eficiente. Cualquier nación que aspire al desarrollo, según Bernal (2019), debe asegurarse de que sus ciudadanos estén preparados para desempeñar un rol dentro de las diversas funciones que existen en la sociedad. Cabe destacar, que las sociedades reconocen a un integrante como instruido, cuando este ha adquirido amplios conocimientos los cuales puede aplicarlos en su vida diaria.

Las instituciones educativas juegan un papel fundamental desde el nivel básico, el medio superior, superior y posgrado para la formación de ciudadanos, pues ellos cumplen con un interés público el cual es el de enseñar. La educación ha sido vista desde el pasado de manera limitada como la ejecución de tareas que ayudan a los estudiantes a adquirir conocimientos, especialmente al promover la práctica de habilidades e instruirlo.

La enseñanza es comunicación en la medida en que responde a un proceso estructurado, en el cual se realiza un intercambio de información (esto es mensajes entre docentes y alumnos), se entiende por enseñanza a todas las estrategias que toma la escuela para poder cumplir con su responsabilidad tanto de planificar y organizar el aprendizaje de los estudiantes, además, “la enseñanza no es solo

instrucción, sino también la promoción sistemática del aprendizaje a través de diversos medios" (Sarmiento Santana, 2007, p. 49).

De acuerdo con la Secretaría de Educación Pública de México, el nuevo modelo educativo tiene como objetivo principal "fomentar el desarrollo integral de las personas a lo largo de toda la vida, promoviendo el aprendizaje significativo, la formación de ciudadanos críticos y participativos, así como el fortalecimiento de competencias socioemocionales" (SEP, 2019, p. 3).

En el contexto de este modelo, se hace hincapié en la necesidad de preparar estudiantes que puedan enfrentar los retos de una sociedad en constante cambio, donde las habilidades blandas son tan importantes como los conocimientos disciplinarios. La Secretaría de Educación Pública (2019) de México destaca la importancia de la formación de ciudadanos críticos y participativos, los cuales puedan comprender el entorno social en el que viven, participen de manera activa en su comunidad y desarrollen una conciencia cívica.

En el ámbito práctico, el nuevo modelo educativo impulsa cambios en la metodología de enseñanza, promoviendo estrategias pedagógicas que involucren la participación activa del estudiante, el trabajo colaborativo y el uso de tecnologías de la información y comunicación. Asimismo, se busca evaluar de manera más integral, considerando no solo el conocimiento memorizado, sino también las habilidades y competencias adquiridas.

Si bien en la educación del NMS tiene como propósito principal que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para acceder al mercado laboral o continuar con su formación académica, también busca fomentar el desarrollo de habilidades personales esenciales. Estas cualidades les permitirán integrarse a la comunidad y afrontar los desafíos de la vida adulta (Landerio, 2012). El logro de dicho propósito puede ser medido y para ello se requiere determinar ciertos aspectos como lo son:

“las habilidades, los conocimientos y valores como las singularidades y las actitudes que son necesarios para la competitividad” (Martínez, Guevara y Valles, 2016).

El NMS cumple una función sumamente crucial en el sistema educativo puesto que representa la etapa de transición de los estudiantes entre el nivel secundaria y la educación superior o laboral. Dentro de esta etapa, los estudiantes se encuentran en un período de desarrollo y crecimiento significativo, tanto a nivel académico como personal.

Dentro de esta etapa, se pretende que los estudiantes adquieran competencias requeridas en la sociedad moderna en la que vivimos, las cuales les permitan desenvolverse de manera efectiva, estas competencias son:

1. Pensamiento crítico: Habilidad la cual permite a los estudiantes que analizen y evalúen la consistencia de la información.
2. Responsabilidad social: Promueve el compromiso y obligación que se tiene con la sociedad.
3. Habilidades de comunicación: Desarrolla la capacidad de expresión de forma escrita como oral de una forma clara y concisa.
4. Competencias digitales: Busca que los estudiantes adquieran habilidades digitales que les permitan manipular herramientas tecnológicas con facilidad y entendimiento.
5. Conciencia de su futuro: Esta competencia ayuda a los estudiantes a indagar sobre sus intereses y aptitudes, lo que les ayuda a tomar decisiones sobre su futuro académico y profesional de una manera consciente considerando repercusiones positivas y negativas.

El conjunto de estas competencias en los estudiantes los convierte en personas instruidas que contribuirán a la sociedad, participarán en la toma de decisiones sociales y se adaptarán a un mundo en constante cambio, cumpliendo con lo que el

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) en México afirma "formar ciudadanos que ejerzan su libertad con responsabilidad" (INEE, 2019).

3.1.2 Diseño curricular

El diseño curricular es un proceso fundamental que debe ser efectuado por cualquier sistema educativo, con el objetivo de ampliar, estructurar y actualizar los contenidos que se enseñarán en las distintas asignaturas (Aranda y Salgado, 2005). En México, el diseño curricular del NMS se rige por el Marco Curricular Común (MCC). El MCC de la EMS en México es un documento en el cual están plasmados los principios y directrices que fueron especialmente diseñados para guiar la educación en este nivel y sea garantizada la relevancia, coherencia y calidad en la misma. Dentro del cual se encuentra una unificación para la educación en bachilleratos generales, tecnológicos y profesionales técnicos en todo el país.

El MCC del NMS establece la libertad que poseen los seres humanos dentro de una sociedad que se sustenta en el bienestar común por sobre la libertad de mercado. En ese contexto, el MCC pretende que todos los estudiantes del NMS adquieran conocimientos tales como el pensamiento matemático, la comunicación, conciencia histórica y la cultura digital (Arroyo y Pérez, 2022), los cuales se describen brevemente en la Tabla 4, si bien estos conocimientos están integrados dentro de dos componentes que conforman al MCC del NMS, descritos por los autores Arroyo y Pérez (2022), el primero es el currículum fundamental que está compuesto por todos aquellos recursos sociocognitivos (mencionados previamente que son la conciencia histórica, la comunicación, el pensamiento matemático y la cultura digital), humanidades, ciencias sociales, tecnología y ciencias naturales; el segundo corresponde al currículum ampliado que se conforma por ámbitos y recursos para la enseñanza socioemocional.

Tabla 4
Componentes del MCC del NMS

Currículum fundamental		Currículum ampliado
Recursos sociocognitivos	Áreas de acceso al conocimiento	Formación socioemocional
<p>Comunicación: habilidades verbales como el análisis, comprensión y comparación que facilitan a los estudiantes el lenguaje con sus semejantes a través de la palabra o los textos escritos.</p> <p>Pensamiento matemático: razonamiento de lógica en el que se involucran ejercicios como procedimientos, operaciones y procesos mentales.</p> <p>Conciencia histórica: habilidad que ayuda a comprender a los estudiantes el porqué del presente partiendo de un conocimiento del pasado.</p>	<p>Ciencias naturales: permite a los estudiantes estudiar el mundo natural por medio de experimentar, formular, observar y verificar hipótesis.</p> <p>Ciencias sociales: el objetivo de esta ciencia es que los estudiantes estudien la sociedad a través de la explicación y comprensión del funcionamiento de esta.</p> <p>Humanidades: permite a los estudiantes que usen y se apropien de saberes, habilidades, técnicas, conceptos y conocimientos de las tradiciones humanísticas.</p>	<p>Responsabilidad social: recurso caracterizado por obtener un compromiso con el bienestar de la sociedad</p> <p>Cuidado físico corporal: ámbito que promueve el desarrollo y aprendizaje de los estudiantes sobre hábitos saludables y relaciones de respeto con su cuerpo.</p> <p>Bienestar emocional afectivo: recurso que ayuda a los estudiantes a desarrollar comprensión, sensibilidad y</p>

florecimiento de su ser
mediante la creatividad
e imaginación.

Cultura digital: habilidad
que permite a los
estudiantes el aprender,
reflexionar y conocer los
beneficios y riesgos sobre
el uso de las TIC's.

Dentro del MCC de NMS se recalca el tener una evaluación integral y se midan aspectos como el conocimiento, las competencias y las habilidades desarrolladas por los estudiantes. Otro aspecto importante a tomar en cuenta es que los docentes se encuentren formados y capacitados para que puedan llevar a cabo el MCC y con ello desarrollar las competencias mencionadas en los estudiantes. En base al MCC del NMS el diseño curricular de la materia de matemáticas en dicho nivel es estructurado con la finalidad de que los estudiantes desarrollen habilidades y competencias fundamentales en la asignatura.

A continuación, se enlistan los aspectos más relevantes del diseño curricular en matemáticas en este nivel:

1. Bloques de asignaturas: Se organiza en bloques temáticos que poseen diferentes niveles de complejidad, algunos de ellos son álgebra, geometría, trigonometría, cálculo, entre otros.
2. Enfoque en competencias: El diseño curricular se centra en el desarrollo de competencias matemáticas.
3. Relación con la vida cotidiana y otras disciplinas: Se promueve la aplicación de conceptos matemáticos en situaciones cotidianas y en otras disciplinas.

4. Evaluación continua: La evaluación en matemáticas se realiza a través de exámenes, tareas y proyectos de manera continua y formativa.

Este diseño curricular de matemáticas en MNS pretende generar una base en matemáticas para que los estudiantes desarrollen las habilidades competentes para su vida tanto social como profesional.

3.1.3 Las matemáticas en el Nivel Medio Superior

El desempeño de los docentes es pieza clave para lograr los propósitos trazados en la enseñanza de NMS, específicamente los de matemáticas. Ya que ellos realizan sus labores profesionales a través de la compartición de experiencias, aplicación de ejercicios y tareas con el propósito de que los estudiantes puedan materializar las lecciones esperadas y a su vez perfeccionen sus actitudes y aptitudes. Actualmente los modelos educativos invitan a que la enseñanza de las matemáticas sea versátil y activa con actores comprometidos y decididos.

En esa línea, los docentes tienen la responsabilidad de facilitar el aprendizaje, poseer un sólido dominio de la materia y comprender las distintas formas en que los estudiantes asimilan los contenidos. Sin embargo, también es fundamental que los propios alumnos gestionen su aprendizaje y regulen su comportamiento. De este modo, alcanzar los objetivos educativos en el NMS es una tarea compartida por todos los involucrados en el entorno escolar (Lozano Treviño, 2021).

Sin embargo, según Herrera Sánchez y colaboradores (2016) las matemáticas suelen percibirse como una materia compleja y desafiante, lo que representa una gran dificultad para los estudiantes al cursarla. Como resultado, se registra un alto índice de reprobación en sus distintas áreas, abarcando todos los niveles educativos.

Actualmente México atraviesa por uno de los problemas más grandes que es la crisis en la educación sobre todo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En la mayoría de las instituciones la enseñanza es en forma expositiva, rutinaria y mayormente tediosa; los profesores no aplican estrategias de enseñanza, métodos y técnicas modernas, sino que siguen utilizando métodos tradicionalistas, no existe innovación en su forma de enseñar ni programas de capacitación, por ende esto repercute en el aprendizaje de los alumnos quienes egresan con bajos conocimientos en su gran mayoría, principalmente matemáticos, y arrastran estas deficiencias a niveles superiores. A nivel global, diversas evidencias indican que el aprendizaje de las matemáticas en el NMS presenta dificultades, según las pruebas PISA, las cuales son un instrumento de evaluación para los estudiantes de 15 años que mide los conocimientos y habilidades tanto en matemáticas, como lectura y ciencias, los estudiantes obtienen calificaciones bajas en matemáticas y muestran un desempeño insuficiente en la resolución de problemas (Benítez et al., 2015).

3.2 Docentes

En el presente apartado se abordarán diversos temas que están relacionados con la labor docente dentro de la enseñanza de las matemáticas en el NMS, como primer punto se abordará la evaluación de los docentes en dicho nivel educativo, después se verán las características que deben poseer los docentes de la materia de matemáticas para garantizar el aprendizaje, por último, continuaremos con la evaluación del aprendizaje en matemáticas destacando la importancia de este proceso en la formación académica de los estudiantes del NMS. Este enfoque integral permitirá comprender la interconexión de los aspectos docentes en el ámbito específico de las matemáticas en el NMS.

3.2.1 Evaluación docente en el NMS

La evaluación docente en el NMS tiene que ver con lo que está realizando el docente dentro del aula y lo que podría llegar a hacer. Según García (2020) las metodologías para realizar la evaluación no solo deben estar medidas por el desempeño de sus estudiantes, sino también por sus capacidades de propiciar entornos enriquecedores de aprendizaje; la importancia de esta evaluación comprende en mejorar la calidad de la enseñanza y el recabar información que ayude a la toma de decisiones ya que contribuye a que los estudiantes realmente aprendan y se logre el cumplimiento de las metas establecidas (Pérez, 2019).

Evaluar al docente implica la determinación de criterios sobre competencias de enseñanza, conocimientos ejercidos sobre la materia y aunado a ello considerar si se tiene vocación hacia la docencia. Este último criterio es un poco más difícil de medir, sin embargo, también se puede hacer uso de estrategias para la medición de destrezas, conocimientos, compromiso y sus actitudes, como afirma la UNESCO (2007) un buen docente es aquel que posee conocimiento de su materia, sabe enseñarla y se compromete con su labor.

En México, dentro del contexto de la Nueva Escuela Mexicana (NEM) en el NMS, la evaluación de los docentes se concibe como una herramienta clave para garantizar la calidad y eficacia de la educación. La evaluación docente en el nuevo modelo se aleja del enfoque puramente sumativo y busca ser más integral, orientada al desarrollo profesional y al fortalecimiento de las competencias pedagógicas (SEP, 2019).

Prestar atención a todo el recorrido formación que avala a los docentes es de suma importancia para la profesionalización docente en el NMS. Si bien el enfoque de formación situada implica que los instrumentos formativos sean desarrollados por medio del intercambio de ideas, el diálogo y las experiencias en el aula (para con

ello fomentar la reflexión, expresión, compartir y aprendizaje conjunto), este sólo se dará por medio de reconocer la amplia experiencia de los maestros en su campo de estudio.

La profesionalización docente se enfoca en fortalecer las competencias y habilidades de los docentes para que estén mejor preparados para enfrentar los desafíos educativos contemporáneos y contribuir al desarrollo integral de los estudiantes (SEP, 2019). Dentro de este contexto, las certificaciones juegan un papel importante como instrumento para validar y reconocer los conocimientos, habilidades y aptitudes de los profesionales de la educación.

En el nuevo modelo, se promueve una formación continua y actualizada que busca ir más allá de la mera acumulación de conocimientos, enfocándose en el desarrollo de habilidades pedagógicas, socioemocionales y tecnológicas (SEP, 2019). Las certificaciones pueden ser un componente esencial de este proceso de profesionalización, ya que permiten verificar y reconocer formalmente las competencias adquiridas por los docentes.

3.2.2 Características de los docentes de matemáticas

Los docentes de matemáticas juegan un papel fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta asignatura en el NMS. Su labor va más allá de transmitir conocimientos; deben poseer una serie de características y habilidades que les permitan motivar, guiar y facilitar el aprendizaje de los estudiantes en el área de las matemáticas.

Para ser un docente de matemáticas efectivo, es esencial que posea un profundo conocimiento de la materia y de las estrategias pedagógicas para enseñarla. Como señala Gómez-Chacón (2019), "El conocimiento sólido de matemáticas permite al

docente comprender las dificultades que enfrentan los estudiantes y ofrecerles explicaciones claras y relevantes".

Además del dominio de la materia, los docentes de matemáticas deben contar con habilidades pedagógicas sólidas. Como señala Ramírez (2019), la habilidad de comunicar conceptos de forma clara, promover la participación y ajustar las estrategias didácticas según las necesidades del grupo son aspectos fundamentales en estos profesionales. La combinación de conocimiento y habilidades pedagógicas mejora la calidad de la enseñanza de las matemáticas. Algunos de los aspectos a tomar en cuenta para definir si un docente de matemáticas es exitoso son que tenga la capacidad de establecerle a los estudiantes una relación entre los conceptos y las situaciones de la vida diaria (García-Martínez, 2017), puesto que con ello los docentes generan una motivación y entendimiento en sus estudiantes.

La enseñanza de las matemáticas requiere de docentes flexibles y adaptables, capaces de ajustar sus estrategias y enfoques para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes (Pérez-Rodríguez, 2018). La diversidad en las habilidades y estilos de aprendizaje de los alumnos demanda una variedad de enfoques didácticos por parte del docente.

El desarrollo de habilidades que les permita a los estudiantes resolver problemas es uno de los principales objetivos del docente, como lo afirma el autor Álvarez-Rodríguez (2020) pues este conjunto de competencias logrará que sean capaces de afrontar desafíos matemáticos con éxito en distintas áreas a través de la aplicación de conocimientos.

Dentro del desarrollo académico de los estudiantes el rol de los docentes juega un papel muy importante, es por ello que los docentes deben integrar características (vocación y conocimiento, flexibilidad, uso de la tecnología, conexión con las

matemáticas y la vida real y resolución de problemas) que ayudarán a ser efectivos y con ello tener un verdadero impacto positivo en los estudiantes al momento de aprender matemáticas.

3.2.3 Evaluación del aprendizaje en matemáticas

La evaluación del aprendizaje en matemáticas es una herramienta implementada por diversos motivos, el principal permitirá tanto a docentes como a los estudiantes conocer el progreso y las áreas que requieren mejoría en la asignatura. A través de esta información el docente estará facultado para brindar una retroalimentación asertiva y poder corregir la planificación para obtener mejoras continuas en su enseñanza y poder lograr las metas educativas planteadas.

La evaluación de los aprendizajes en el NMS representa un gran reto para todos los docentes mexicanos debido a la gran complejidad presentada, además de verse enfrentados a modificar sus métodos de evaluación en función a las necesidades y particularidades requeridas en el sistema educativo del país ya que su labor es que el individuo que aprende alcance un aprendizaje relevante. Para poder medir el logro obtenido se puede realizar por medio de diferentes instrumentos (como exámenes o proyectos prácticos) los conocimientos prácticos, así como conceptuales y la capacidad de resolver problemas (Rodríguez, 2019).

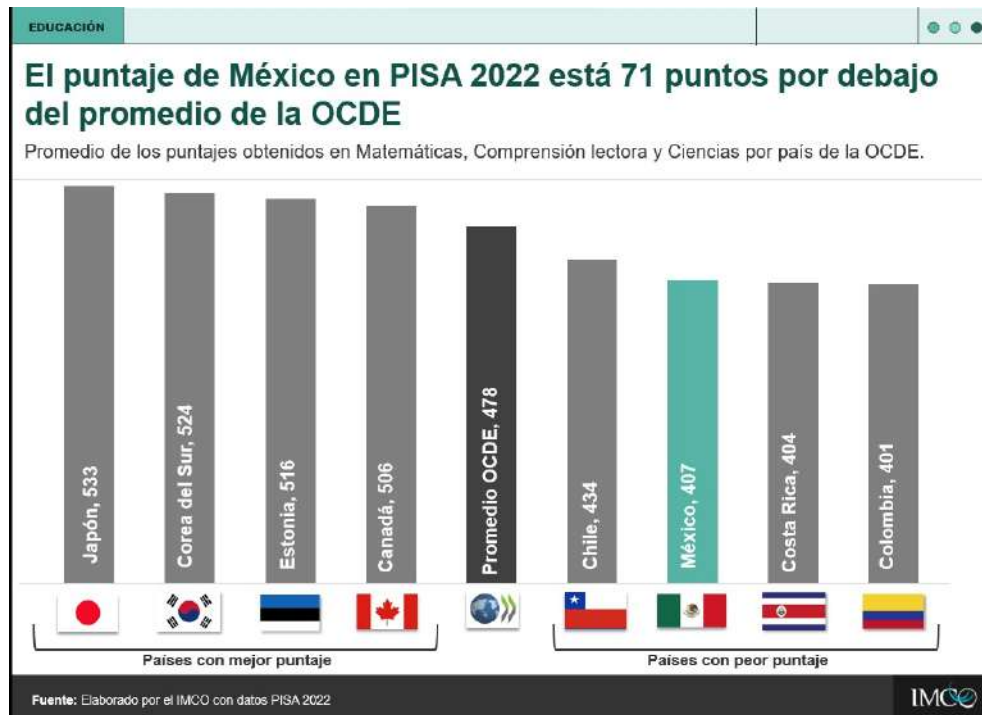
A nivel mundial la prueba PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes) es uno de los instrumentos más utilizados para medir las destrezas y conocimientos de lectura, matemáticas y ciencias en los estudiantes de 15 años. Esta prueba se distingue por ser tanto comparativa como periódica y establece en qué medida han obtenido los saberes y capacidades esenciales para una participación activa y completa en la sociedad actual. Los resultados son trabajados en conjunto con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

(OCDE) y representan un reflejo real de la efectividad de los sistemas educacionales (OECD, 2023).

Analizar los resultados obtenidos en el aprendizaje de matemáticas del NMS se considera una problemática urgente puesto que los resultados obtenidos en la prueba PISA (2022), la cual se realizó a 64 países, dentro de los cuales se encuentran los países miembros de la OCDE, México se ubicó en la antepenúltima posición con 395 puntos en matemáticas, 415 puntos en lectura y 410 puntos en ciencia, si se analiza solo el área de matemáticas se obtuvo un retroceso de 14 puntos en comparación a la prueba anterior, haciendo notar, que tristemente, aun hace falta un desarrollo muchísimo mayor.

Si realizamos un comparativo con los demás países miembros de la OCDE, México está por debajo del promedio con 71 puntos, comparado con Japón (mejor evaluado) registró una diferencia de 126 puntos (Figura 10), si lo comparamos con Colombia (penúltimo peor evaluado) existe una diferencia de tan solo 6 puntos. Cabe destacar que además de colocarse como el tercer país con peor rendimiento en matemáticas y lectura fue el país que obtuvo la puntuación más baja en ciencias (OECD, 2023).

Figura 10
Puntaje PISA 2022



Según Martínez (2020) se identifica a la evaluación de los estudiantes como un punto de suma relevancia mediante la cual ellos pueden corregir errores que estén cometiendo y a su vez mejorar su comprensión durante su proceso de aprendizaje. Para México la evaluación representa un punto de partida para poder guiar el desarrollo de los estudiantes, uno de los aspectos con más carga a evaluar es la resolución de problemas que estén centrados en la práctica de situaciones reales.

El uso de tecnologías en la evaluación educativa de las matemáticas ha ido en aumento considerable durante los últimos años y ha permitido la utilización de nuevas fuentes para la generación de pruebas más creativas, dinámicas e innovadoras. Según Torres (2022) esta adaptación está siendo una clara realidad para muchos de los estudiantes mexicanos quienes ahora tienen la posibilidad de desarrollar sus conocimientos matemáticos por medio de un entorno tecnológico.

Dentro de las evaluaciones se busca la equidad en la evaluación lo que quiere decir que se toma en cuenta las habilidades y estilos de aprendizaje de todos los estudiantes (Pérez, 2018) para el desarrollo de la evaluación.

3.3 Alumnos

En esta sección, se abordarán aspectos relacionados con los estudiantes en el marco de la enseñanza de las matemáticas en el NMS. Estos temas resultan esenciales para comprender y analizar el entorno educativo que influye en el proceso de aprendizaje de los alumnos. En primer lugar, se abordarán los estilos de aprendizaje de los estudiantes en el NMS explorando las distintas formas en que los alumnos asimilan y procesan la información matemática, después, se tratará el aprendizaje de las matemáticas y, por último, se analizará el aprovechamiento en matemáticas por parte de los estudiantes del NMS.

3.3.1 Estilos de aprendizaje

Algunos de los factores relacionados con el índice de reprobación en la materia de matemáticas están asociados con los estilos de aprendizaje de los alumnos, Medina Ibarra (2018) los define como el conjunto de rasgos psicológicos, características cognitivas, emocionales y fisiológicas que suelen manifestarse de manera integrada cuando una persona se enfrenta a un proceso de aprendizaje.

En los escritos de algunos autores como Honey y Mumford (1986) y Ruiz Ahmed (2010), se propone una clasificación de los Estilos de Aprendizaje en cuatro categorías distintas: Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático, cada una de las cuales presenta características y enfoques particulares:

- El Estilo Activo se caracteriza por la plena implicación y apertura hacia nuevas experiencias por parte de aquellos que lo predominan. Estas personas son de mente abierta, carecen de escepticismo y abordan con

entusiasmo las tareas novedosas. Su día a día está colmado de actividad, enfrentándose con determinación a los desafíos de nuevas experiencias, mientras que los plazos extensos les resultan tediosos. Manifiestan una fuerte tendencia a la participación grupal, involucrándose en los asuntos de los demás y siendo el epicentro de las actividades colectivas.

- El Estilo Reflexivo se caracteriza porque los individuos gustan de reflexionar sobre las cosas, tienden a ser personas prudentes y analizan diferentes posibilidades antes de llegar a una conclusión. Este estilo se caracteriza por la recopilación y detallado análisis de datos. Los reflexivos disfrutan del observar el comportamiento de los demás, suelen escuchar y no hacer intervenciones hasta que han asimilado completamente la situación, generan un ambiente de aire condescendiente y distante.
- El Estilo Teórico se distingue por su enfoque vertical y escalonado para abordar problemas, siguiendo etapas lógicas. Aquí se adaptan las observaciones internamente de teorías coherentes. Las personas teóricas tienden a ser perfeccionistas las cuales analizan y sintetizan la información recibida y buscan la racional y lo objetivo.
- El Estilo Pragmático su punto clave, en cuanto a aprendizaje se refiere, radica en la aplicación de las ideas. Aquí se destacan todos los aspectos que se consideren positivos de las nuevas ideas y además se aprovechan todas las diferentes oportunidades presentadas para experimentarlas.

Los estilos de aprendizaje juegan un papel esencial al momento en que el alumno está en el proceso de aprendizaje de algo nuevo y estos estilos deben ser considerados como un proceso por los docentes al momento de seleccionar los modelos de enseñanza, sobre todo de matemáticas para poder generar conocimientos significativos y perdurables en los alumnos.

Analizados los temas centrales, se puede detectar una gran área de oportunidad al identificar y visualizar los indicadores de aprendizaje en matemáticas de estudiantes del NMS con el objetivo de ayudar a mejorar los índices de reprobación en dicha asignatura.

3.3.2 Aprendizaje en matemáticas

Si bien, el conocimiento no puede ser simplemente transmitido por el docente puesto que se necesitan ciertos procesos para que los estudiantes logren obtener un significado de las enseñanzas, dichos procesos corresponden a manipular la información, operarla y transformarla. Una manera de propiciar la construcción del conocimiento es a través de la formulación de preguntas, las cuales generaran el estímulo de pensamiento en los estudiantes y el docente tiene como obligación el ayudarles a orientar el conocimiento y hacerlos ver perspectivas que no habían considerado antes.

En el aprendizaje matemático existen diversas perspectivas sobre lo que implica aprender esta disciplina y cómo se lleva a cabo dicho proceso. Según el autor Flores (2003) afirma que siempre ha habido dos enfoques principales que responden al cómo se aprende matemáticas, el primero es el enfoque conductual y el segundo corresponde al enfoque cognitivo.

El paradigma conductual concibe el aprendizaje como un cambio observable en la conducta, esto quiere decir que la clave de este enfoque se centra en que el comportamiento de los individuos es controlado por los resultados finales obtenidos ante cierta situación, esto quiere decir que si aumenta la frecuencia de respuesta en función de los resultados se dice que dichos resultados son un reforzador positivo y que el individuo está condicionado, un ejemplo de ello es propuesto por el autor Valdez (2009) donde explica que para que un estudiante aprenda matemáticas se

debe empezar con la enseñanza de tareas simples que por medio de la repetición logrará resolverlas y una vez superadas podrá avanzar a tareas más complejas.

Por lo contrario, el enfoque cognitivo se basa en las capacidades que tienen los individuos de pensamiento, expresión, toma de decisiones y la manifestación de las ideas, con las cuales pueden construir nuevo conocimiento u organizar el ya existente (Arias, 2021), con este paradigma el docente debe ser una persona reflexiva el cual deberá realizar actividades que ayuden a los estudiantes a desarrollar todo su potencial, enfocado este paradigma a las matemáticas según Flores (2023) “un alumno puede resolver problemas de división de fracciones (ha aprendido el concepto de división de fracciones) aunque no sepa el algoritmo de la división de fracciones” (p. 2).

Es necesario que ambos enfoques sean considerados por los docentes a la hora de enseñar a sus estudiantes para que ellos aprendan indiferentemente de sus capacidades o formas de aprendizaje o su contexto, evitando de esta manera el desánimo de los estudiantes al llegarse a sentir incapaces de aprender matemáticas y como consecuente retribuir a los altos índices de reprobación.

3.3.3 Aprovechamiento en matemáticas

El proceso de aprendizaje es central en cualquier enfoque educativo, considerando al estudiante como el punto de partida y llegada del hecho educativo (Sáenz, 2013). En el contexto de la enseñanza de las matemáticas, la investigación de los últimos 30 años destaca la necesidad de desarrollar nuevas formas de enseñanza, paradigmas educativos, planes de estudio y procedimientos de evaluación (Cedillo, 2008).

Según las SEP (2009) el modelo basado en competencias se centra como su propio nombre lo indica en las competencias buscando integrar componentes necesarios

tanto para la educación como para el trabajo, en este modelo según el autor Frade (2009) uno de los indicadores clave en el desempeño académico es el aprendizaje el cual es un producto que ha sido generado por medio de un enfoque cognitivista, conductual o de ambos. El aprendizaje es medido en todas las asignaturas curriculares y se ha demostrado en infinidad de veces que las matemáticas con la asignatura con menor rendimiento, esto sin exceptuar a México (González, 2005).

El autor Cedillo (2008) afirma que el bajo rendimiento en matemáticas no solo es cuestión de la falta de aprendizaje evidenciado en los estudiantes sino que también la percepción del rol de docente también juega un papel importante así como la baja capacidad que poseen para poder descubrir a los estudiantes que tienen potencial para el aprendizaje de las matemáticas, si bien otro factor disfuncional entre preceptos pedagógicos y el interés del estudiante sería la implementación de metodologías enfocadas a la enseñanza por contenidos curriculares en lugar de hacerlo por competencias.

Según González (2005) hay una gran necesidad de que los docentes realicen cambios en cuanto a sus posturas y su profesionalización que muchos de ellos no quieren aceptar la influencia de sus modelos de enseñanza aplicados al aprendizaje en el aula, si se quiere un cambio verdadero que dé resultados positivos en la construcción del conocimiento matemático los docentes están obligados a prepararse día con día para que puedan proporcionar a los estudiantes nuevas experiencias generando análisis y recopilación de los datos desde una nueva perspectiva (Cedillo, 2008).

El llevar a cabo diferentes análisis a profundidad de todos los enfoques existentes y aplicados al aprendizaje en matemáticas así como los múltiples desafíos encontrados no hace más que evidenciar la gran complejidad de la materia, si nos posicionamos en la perspectiva del estudiante como el gran protagonista encontramos que las estrategias pedagógicas deben ser adaptadas con la finalidad

de tomar en cuenta todas las formas de aprendizaje y verlo como un proceso que debe ser tanto dinámico como multifacético.

Para poder abordar con precisión la problemática del bajo rendimiento en matemáticas los docentes deben asumir con responsabilidad el gran papel que representan y haciéndolo de manera activa como un facilitador del conocimiento por medio de ambientes donde estimule a los estudiantes a analizar y explorar de manera activa el conocimiento, con este cambio y con una mayor atención a las necesidades de los estudiantes se podrá obtener un real y medible aprovechamiento en la asignatura.

3.4 Modelo

Dentro de esta sección se explorarán cuatro aspectos esenciales que juegan un papel central en el ámbito del análisis, interpretación y visualización de los datos, como primer tema se abordará los modelos de análisis los cuales brindarán una base para los diferentes enfoques que permitirán tanto evaluar como comprender los datos; como segundo tema se explorarán los modelos paramétricos los cuales darán una visión general de estas técnicas para poder optimizar la interpretación de las variables y sus conjuntos de datos; como tercer tema se adentrará en la tecnología de Realidad virtual, la cual ofrecerá una manera atractiva de visualización en un medio inmersivo y por último, como cuarto tema se expondrá la visualización de datos en Realidad Virtual donde a través de esta innovadora tecnología se podrán representar conjuntos de datos en un espacio de tercera dimensión. Este análisis detallado de modelos ofrece una perspectiva más profunda sobre cómo estos elementos pueden ser integrados para mejorar la comprensión y la toma de decisiones en el análisis de información en diversos contextos.

3.4.1 Modelos de análisis

Al concepto de modelo se le han otorgado múltiples definiciones y en conjunto se tiene de manera general que son una representación de la realidad, también puede ser explicado como una manera de entender los fenómenos, un ideal digno de imitarse, otra manera de considerarse es como una guía o patrón de acción a seguir. Según el autor Caracheo (2002) también puede considerarse como un arquetipo, una idealización de la realidad, un prototipo o un conjunto de elementos que son esenciales o los supuestos teóricos de un sistema social.

Desde la perspectiva de Gago (1999), un modelo se define como un ejemplar o forma propuesta y seguida en la ejecución de una obra artística u otra actividad, siendo un ejemplo por imitar, una versión reducida de un objeto, reproducción o imitación del original, también el modelo puede ser una forma o diseño que se unifique para evaluar, clarificar e interpretar las características y el sentido de las acciones en diferentes áreas. En esencia, los modelos son construcciones del pensamiento que logran acercarse a la realidad de un fenómeno, donde se permite destacar sus características para así facilitar su comprensión. Es por ello, por lo que el termino de modelo tiene amplios usos en las ciencias y puede referirse a diversas formas, desde maquetas físicas hasta conjuntos de ideas abstractas (Achinstein, 1967).

Otras definiciones conciben que un modelo no es más que una representación parcial de la realidad, según el autor Aguilera (2000) esto quiere decir que no es posible tener una explicación total de un fenómeno, ni tampoco se pueden incluir todas las posibles variables que este pudiese tener, por tal motivo es que solo se refiera a la explicación de un solo proceso en concreto.

Desde otro punto de vista al modelo también se le conoce como un patrón o muestra a seguir para conocer algo, lo cual abre la posibilidad de que los modelos puedan ser usados para probar tanto hipótesis como teorías o a su vez para poder

simplemente explicar una abstracción o proceso (Aguilera, 2000). Las teorías previas, así como los supuestos dan explicación a un modelo, este solo estará completo cuando se tengan las observaciones y experimentaciones subsecuentes que notifiquen los procesos, observaciones y experimentaciones de todos sus componentes y mecanismos incluidos dentro de él, es por ello por lo que se dice que el modelo explicará la realidad y la fundamentación teórica a su vez explicará el modelo.

Desde la perspectiva de Flórez (1999), el lenguaje se presenta como una herramienta para modelar la realidad. Cuando un individuo prefigura en su mente la acción que ejecutará a continuación, está planificando, preordenando y modelando. Así, un modelo se define como la imagen o representación de las relaciones que definen un fenómeno, con el objetivo de mejorar su comprensión. Aunque difieren cualitativamente en su valor explicativo, todos los modelos comparten la característica de ser imágenes o representaciones construidas que simplifican la multiplicidad de fenómenos o cosas observables, reduciéndolas a una raíz común que facilita su comprensión debido a similitudes en estructura o funcionamiento (Flórez, 1999).

Los modelos de análisis son herramientas utilizadas en diversas disciplinas para comprender fenómenos o procesos a través de la representación simplificada de la realidad. Estos modelos permiten estudiar y analizar diferentes aspectos, como el comportamiento de variables, la relación entre estas variables, el impacto de ciertos factores, entre otros (Londoño, 2020).

Para el proceso de investigación, así como el estudio de múltiples fenómenos o procesos los modelos de análisis juegan un papel fundamental puesto que permitirán el análisis de situaciones complejas de una formas más rigurosa y sistémica.

3.4.2 Modelos paramétricos

Los modelos paramétricos constituyen un enfoque fundamental en el análisis estadístico, donde se asume que los datos observados provienen de una distribución específica con un conjunto finito de parámetros desconocidos. Esta metodología implica la formulación de una estructura matemática que describe la relación subyacente entre las variables de interés, permitiendo así realizar inferencias sobre la población de la cual se derivan los datos (Cordeiro y Neto, 2004).

Los modelos predictivos paramétricos se caracterizan por la presunción de un conjunto específico de parámetros o distribuciones con las cuales se describen los datos, lo que quiere decir que estos modelos operan en función de parámetros predefinidos. Este tipo de modelos se adaptan a los datos de entrenamiento mediante técnicas de optimización ajustando los valores de los parámetros, los cuales requieren de hipótesis bien definidas ya que tiende a ser estructuras muy rígidas para encontrar predicciones en los conjuntos de datos, pero son realmente eficientes para los ordenadores.

En función de las características de los que poseen los datos a ser analizados, las técnicas a implementar pueden clasificarse en lineales y no lineales. La técnica para trabajar en esta investigación será descrita a continuación:

- Análisis de Componentes Principales (PCA). El análisis de componentes principales es una técnica de extracción de características que genera nuevas características que son combinaciones lineales de las originales. Pearson fue el primer estadístico que formuló el PCA como la búsqueda de “líneas y planos de mayor ajuste a sistemas de puntos en el espacio”. Fisher y MacKenzie mencionaron brevemente el PCA como más adecuado que el análisis de la varianza para la modelización de datos de respuesta.

En otras palabras, el PCA es una técnica estadística la cual se utiliza para sintetizar información o dicho de otra manera para reducir la dimensión de los conjuntos de datos, explicado de otra manera sería disminuir el número de variables existentes, esta técnica es utilizada cuando se tienen conjuntos de datos grandes con gran cantidad de variables. El objetivo del PCA radica en reducir todas esas variables en un número menor que permita la interpretación de los datos sin tener pérdidas grandes de información. El autor Boqué (2004) afirma que los nuevos componentes principales o factores resultantes se constituyen como combinaciones lineales de las variables originales manteniendo una independencia entre sí.

La interpretación de los datos representa uno de los elementos más cruciales para el PCA ya que esta será reducida a través de las observaciones visualizadas entre la relación existente entre los factores y las variables originales, para ello se deberá analizar y examinar tanto la magnitud de las correlaciones como su signo (positivo o negativo), lo cual puede convertirse en una acción bastante compleja la cual debe estar respaldada por un experto para llevar a cabo la interpretación de una manera que sea precisa y significativa de los resultados obtenidos (Boqué,2004).

La autora Gutiérrez Guillén (2017) describe que el algoritmo PCA consta de cinco pasos principales:

1. Restar la media de los datos. La media restada es el promedio de cada dimensión. Esto produce un conjunto de datos cuya media es cero.
2. Calcular la matriz de covarianza $C_{m \times n} = (c_{i,j}, c_{i,j} = \text{cov}(\text{Dim}_i, \text{Dim}_j))$ donde $C_{m \times n}$ es una matriz en la que cada entrada es el resultado de calcular la covarianza entre dos dimensiones separadas.

3. Calcular los vectores propios y los valores propios de la matriz de covarianza.
4. Elegir los componentes y formar un vector de características: una vez que se encuentran los vectores propios de la matriz de covarianza, el siguiente paso es ordenarlos por valor propio, del más alto al más bajo. De modo que los componentes estén ordenados por orden de importancia. La cantidad de vectores propios que se hayan elegido será la cantidad de dimensiones del nuevo conjunto de datos. El objetivo de este paso es construir un vector de características, una matriz de vectores. De la lista de vectores propios, tomar los vectores propios seleccionados y formar una matriz con ellos en las columnas.
5. Derive el nuevo conjunto de datos. Tome la transposición de FeatureVector y multiplíquela por la izquierda del conjunto de datos original, transpuesto: $\text{FinalData} = \text{RowFeatureVector} \times \text{RowDataAdjusted}$ donde RowFeatureVector es la matriz con los vectores propios en las columnas transpuestas y RowDataAdjusted son los datos ajustados a la media transpuestos.

El PCA es utilizado por varios motivos, según los autores Martínez y Kak (2001) esta técnica es altamente usada para poder hacer representaciones visuales en espacios 2D y 3D de los datos.

3.4.3 Realidad Virtual (VR)

Existen numerosas definiciones de la Realidad Virtual (VR, por sus siglas en inglés), una de ellas está dada por los autores Aukstalkanis y Blatner (1993), quienes la definen como “una forma humana de visualizar, manipular e interactuar con ordenadores y datos complejos”, otra definición es brinda por el autor Levis (2006),

quien dice que la VR es una base de datos interactiva que puede generar una simulación que involucra múltiples sentidos y es creada por un ordenador mediante la cual se puede explorar, visualizar y manipular en tiempo real a través de imágenes y sonidos digitales. Según Pérez y colaboradores (2021) por medio de la simulación se busca generar una experiencia de manera inmersiva, la cual provoca la sensación de estar dentro de un entorno virtual, entonces podríamos decir que la VR se refiere a uso de todas aquellas simulaciones y recursos de modelación computarizada que permiten que una persona pueda interactuar con un entorno completamente artificial generado en tres dimensiones desde lo visual hasta lo sensorial.

Habiendo definido la VR podemos decir que esta es la que hace posible que el usuario pueda sumergirse en los datos, si bien para lograrlo el autor Ballesteros Abellán (2018) distingue dos conceptos importantes que son la inmersión y la presencia. Hablar de VR es hablar de experiencias inmersivas, para entender un poco más este concepto se comenzará definiendo la inmersión, la cual describe en qué nivel una tecnología es capaz de generar una sensación al usuario de estar en una intensa y autónoma ilusión de realidad por medio de sus sentidos. En esa dirección, la VR será solamente una cualidad de la tecnología, así que se podría decir que la calidad de la experiencia estará determinada tanto por la tecnología como la percepción del usuario ante los estímulos, entonces la presencia sería identificada como el cómo es vivida la inmersión por parte de los usuarios.

Profundizando en el concepto de inmersión, se encuentra otra definición dada por los autores Crespo y colaboradores (2013), quienes afirman que la inmersión es la sensación de estar físicamente presente en un entorno que no pertenece al mundo real y esta sensación puede ser manifestada de manera realista, como por ejemplo hacer un recorrido en un museo, el cual es una réplica exacta que generará la sensación de estar presente en él, otro ejemplo sería estar presente en un escenario

fantástico que nadie nunca ha visto pero que de igual manera hace sentir al usuario de estar experimentando una realidad propia.

La RV ofrece tres niveles de inmersión (Marotta et al., 2020):

1. La inmersiva, este tipo de inmersión es generada en un entorno complementemente tridimensional, en el cual el usuario experimentará la sensación de estar completamente dentro del espacio virtual, para lograr esta inmersión es necesario el uso de dispositivos que ayuden a estimular esta sensación como los visores, guantes y trajes. Los cascos son un dispositivo indispensable en este tipo de inmersión.
2. La semi inmersiva, se caracteriza por el uso de múltiples pantallas las cuales son posicionadas en forma de cubo permitiendo con ello que los usuarios sentirse inmersos, pero a su vez conectados con el mundo real a través de la interacción con objetos físicos, sonidos u olores.
3. Por último, la no inmersiva, aquí la experiencia es generada por medio de una pantalla o monitor que actúa como la ventana a la RV haciendo uso de dispositivos como teclado y ratón, pero sin generar alguna sensación de estar dentro del mundo virtual.

3.4.4 Visualización de datos de VR

La representación visual de datos es conocida como aquel proceso en el que se utilizan elementos visuales en forma gráfica para mostrar o representar información. Con esta forma de visualización es más fácil llevar a cabo representaciones visuales de grandes volúmenes o datos complejos facilitando con ello la manera de procesarlos para su interpretación y entendimiento. Según el autor Valero Sancho (2014) estas herramientas son vitales para la toma de decisiones a través de los datos sin embargo se evidencia dentro de la literatura una falta de desarrollo de herramientas específicas.

Los autores Sotolongo, Guzmán y Carrillo (2002) definen la visualización basada en datos como la creación de representaciones gráficas, las cuales ayudan a poder resaltar y resumir la información más relevante con el fin de identificar tendencias estadísticas. Es importante que estas representaciones sean lo suficientemente precisas para que permitan minimizar el desorden de la información generando con ello poder crear conclusiones efectivas. Actualmente una de las técnicas más utilizadas para la visualización y monitoreo de datos es la minería de datos, la cual permite trabajar con grandes volúmenes de datos de manera rápida y eficaz.

Uno de los aspectos clave de la visualización de datos como ya se mencionó es su capacidad para simplificar la complejidad de los conjuntos de datos proporcionando una representación gráfica que facilita la interpretación y el análisis, esta habilidad es consistente con el concepto de “pensamiento visual” propuesto por Tufte (2001), que establece que la información visual puede transmitir conceptos de manera más efectiva que los métodos tradicionales de presentación de datos.

Sancho, Ochoa y Domínguez (2014) identificaron un conjunto de tipos de visualización de datos como lo son:

- Visualización espacial consiste en comparar espacios, líneas, zonas o puntos coloreados a partir de un conjunto de datos.
- Visualización tabular, esta representación se hace por medio de tablas donde se comparan los elementos de una misma o diferente especie relacionándolos por medio de líneas de relación.
- Visualización posicional, aquí se encuentra una posición en el espacio y cualquier variable (individual o acumulada) puede acercarse o alejarse de ciertos lugares en los cuales se encuentran los centros de significación y de esa manera se tiene una referencia individual con el conjunto.
- Visualización topográfica se realiza por medio de territorios como pueden ser planos, mapas o recintos.

- Visualización teledinámica son representaciones dinámicas lo que significa que cambian a partir de coordenadas especiales o pueden ser complementos documentales.
- Visualización de arrastre interactivo, aquí se desea presentar funciones de arrastre o elección por parte del intérprete que activa.
- Visualización de identificación aumentada o virtual, estas son evoluciones graficas modernas que parten de un proceso de datos e imágenes o escenas.
- Miscelánea de varias visualizaciones, aquí se encuentra una multitud de diferentes representaciones.

La elección de la visualización adecuada depende del tipo de datos y los objetivos del análisis. Por ejemplo, en el ámbito de la exploración de datos, la técnica de análisis visual interactivo como la propuesta por Shneiderman (1996) ha demostrado ser valiosa para descubrir patrones ocultos y relaciones en conjuntos de datos complejos.

Con los avances tecnológicos, la realidad virtual y aumentada han comenzado a desempeñar un papel muy importante en cuanto a la visualización de datos permitiéndole a los usuarios generar experiencias inmersivas que mejoraran la toma de decisiones, la interpretación y comprensión de la información en particular dentro de esta investigación se explora la Realidad Virtual.

En el presente trabajo no se profundiza en temas como la democratización del conocimiento, que implica abordar cuestiones relacionadas con la inclusión, la equidad y la reducción de desigualdades en el acceso al saber. Si bien estos aspectos son fundamentales dentro del ámbito educativo, no constituyen el eje central de este estudio. No obstante, se mantienen presentes en el horizonte conceptual y en el radar analítico, ya que toda investigación en educación, incluida la que aquí se presente, tiene como finalidad última contribuir a la mejora de la

enseñanza, la democratización del conocimiento y el fortalecimiento de los modelos educativos, sin embargo, estos efectos, aunque deseables y esperados, son concebidos como consecuencias posteriores derivadas del impacto de la intervención propuesta.

IV. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Las matemáticas en la educación han sido un desafío constante con el paso de los años especialmente en el NMS, en esta etapa los estudiantes tiene su primer acercamiento con las situaciones de la vida real es por ello que se encuentran con desafíos en los cuales deben aplicar los conceptos con situaciones prácticas; por eso la implementación de tecnologías emergentes como la realidad virtual puede ayudar significativamente a la identificación de áreas de mejora en dicha asignatura desempeñando un papel fundamental para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El marco geográfico de este estudio se circunscribe a la Unidad Académica Preparatoria Programa 1, conocida comúnmente como Preparatoria 1, de la Universidad Autónoma de Zacatecas, localizada en el estado de Zacatecas, México, la cual es una región con características demográficas diversas. La población estudiantil de este nivel se encuentra en un rango de edad entre los 15 y 18 años, todos ellos pertenecientes a distintos contextos socioeconómicos.

En la Preparatoria 1 se reconoce la importancia de mejorar la calidad de la educación en matemáticas y se busca implementar estrategias innovadoras que promuevan un mejor rendimiento de los estudiantes en esta área. En este sentido, surge la necesidad de desarrollar un modelo paramétrico de visualización en VR de indicadores de aprendizaje en matemáticas específicamente diseñado para el NMS en esta institución.

4.1 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los factores que influyen en el índice de reprobación del NMS en la materia de matemáticas?
- ¿Cuáles son los mecanismos del NMS para detectar y prevenir la reprobación en la materia de matemáticas?

- ¿De qué manera influyen los docentes de matemáticas en los índices de reprobación?

Dado que los factores, los mecanismos y la manera en que estos influyen en los procesos de enseñanza-aprendizaje es necesario plantear una hipótesis que influya todos estos elementos en una sola investigación. En este sentido, la propuesta de modelo que se plantea en este estudio está destinada a ser implementada por la institución educativa, a través de la acción conjunta de los gestores institucionales y los docentes.

4.2 Hipótesis de investigación

El reconocimiento y visualización de los indicadores a través de un modelo paramétrico, permitirá a los gestores de instituciones y a los docentes, identificar al factor docentes como un importante indicador de área de mejora en matemáticas del NMS.

4.3 Objetivo general:

Diseñar un modelo de visualización en realidad virtual que permita analizar y reconocer las áreas de mejora para realizar las correcciones necesarias por parte de los gestores institucionales y docentes de matemáticas.

4.4 Objetivos específicos:

- Construir las categorías de los factores que provocan el bajo rendimiento en matemáticas del NMS.
- Discriminar los parámetros que permiten reconocer las áreas de mejora para lograr los aprendizajes deseados en matemáticas del NMS.
- Diferenciar los indicadores más asociados con el índice de reprobación en forma visual.

- Evaluar el comportamiento de los indicadores y su importancia en la toma de decisiones de los gestores.
- Diagramar los parámetros e indicadores de los aprendizajes en matemáticas en NMS.

V. METODOLOGÍA

La metodología y el diseño de investigación son elementos fundamentales de cualquier trabajo, dentro de este apartado se describe el enfoque que se ha utilizado para abordar el problema de investigación, así como el diseño de la investigación, las herramientas y las técnicas que se emplearán para la recolección y análisis de los datos.

La investigación se desarrolló bajo el paradigma interpretativo que se basa en interpretar la realidad desde la perspectiva de quien la experimenta, según el autor Martínez Godínez (2013) este paradigma surge como una alternativa al paradigma racionalista ya que en todo lo social se enfrentan a diversos problemas que no pueden ser comprendidos desde el enfoque de la metodología cuantitativa.

El enfoque interpretativo, en lugar de asumir que el conocimiento es algo que se descubre de manera objetiva sostiene que el conocimiento es una construcción humana, los autores Schuster y colaboradores (2013) afirman que este enfoque busca transformar las interpretaciones tradicionales para obtener una comprensión renovada de la realidad lo que es esencial en investigaciones sociales donde la experiencia subjetiva juega un rol crucial.

En el contexto de la investigación educativa, el paradigma interpretativo resulta especialmente valioso porque permite abordar la diversidad de experiencias de los estudiantes y docentes, en lugar de centrarse únicamente en datos numéricos, se enfoca en la interpretación de significados, prácticas y contextos, lo cual proporciona una visión más rica y compleja de los procesos educativos, lo cual incluye comprender cómo los estudiantes construyen su conocimiento y cómo influyen en ello factores que son centrales para analizar indicadores de aprendizaje en un entorno tan complejo como el de las matemáticas en el NMS.

En términos de innovación educativa, se adopta el paradigma tecnocrático, el cual se enfoca en la implementación de herramientas tecnológicas avanzadas para optimizar los procesos educativos, este enfoque conceptualiza la innovación como la introducción de tecnologías estandarizadas que buscan maximizar la eficiencia y la efectividad en la enseñanza (Gutiérrez-Barba y Guajardo-Espinoza, 2018).

El paradigma tecnocrático prioriza la modernización de la infraestructura educativa y la estandarización de prácticas mediante tecnologías que permiten un control más preciso y eficaz de los procesos. En el caso específico del modelo paramétrico de visualización en VR esta tecnología no solo permite la presentación dinámica y visual de los datos, sino que también facilita la interacción intuitiva con la información, de esta forma, se alinean los principios tecnocráticos de efectividad y control con un enfoque innovador que optimiza la experiencia educativa al incorporar entornos inmersivos.

En el siguiente esquema de la Figura 11 se muestran los componentes principales del diseño de la investigación y cómo se relacionan entre sí, con el fin de mostrar de manera clara y concisa cómo se llevó a cabo la investigación y qué métodos se utilizan para obtener los resultados deseados, los cuales son descritos a continuación.

Figura 11
Esquema del diseño de la investigación



5.1 Paradigma de investigación

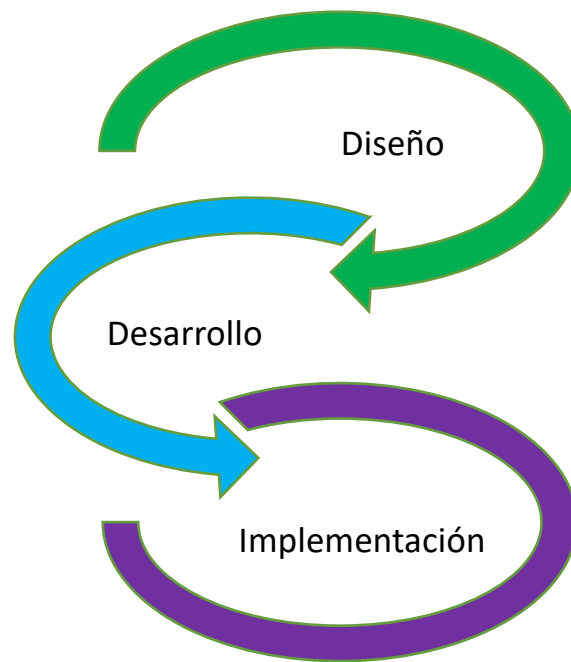
El tipo de investigación que se utiliza es la Investigación Basada en Diseño (IBD) o en inglés Design-Based Research in Educational Technology, la cual su principal característica es la de introducir un nuevo elemento destinado a dar solución a alguna problemática en concreto.

La IBD según el autor Plomp (2010) es el estudio sistemático del diseño, desarrollo y evaluación de intervenciones educativas, estos pueden ser estrategias, materiales de enseñanza-aprendizaje, productos, programas o sistemas, los cuales darán soluciones a problemas complejos dentro de la práctica educativa y tienen por objeto mejorar nuestro conocimiento sobre las características de estas intervenciones y sobre los procesos de diseño y desarrollo de las mismas (Plomp, 2010).

Este tipo de investigación se focaliza en explotar y diseñar el rango completo de innovaciones desde aspectos menos concretos como son estructura de las instituciones, plan de estudios, sistemas de apoyo, actividades, hasta artefactos. Benito Crosetti y Salinas Ibáñez (2016) sostienen que la IBD va más allá de la simple creación y evaluación de intervenciones específicas ya que estas intervenciones se fundamentan en afirmaciones teóricas concretas sobre la enseñanza y el aprendizaje, reflejando la relación entre la teoría, los recursos diseñados y la práctica educativa. Asimismo, este enfoque de investigación puede aportar al desarrollo de nuevas teorías en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje.

La IBD utiliza procesos de diseño iterativos para desarrollar las soluciones y luego evaluar empíricamente estas soluciones a través de la investigación rigurosa, la cual se compone de tres fases que se llevan a cabo de forma iterativa (Figura 12).

Figura 12
Fases de la metodología IBD



Las cuales se describen a continuación:

- **Fase de diseño:** se identifican los objetivos de aprendizaje y se desarrolla un diseño detallado de la solución o intervención educativa, el diseño se basa en la revisión de la literatura y los datos recopilados en el análisis de necesidades, aquí los diseñadores y/o educadores trabajan juntos para crear un diseño detallado de la intervención que incluya los objetivos de aprendizaje, las actividades, los materiales y la evaluación (Reeves, 2006).
- **Fase de desarrollo:** se crea y desarrolla la solución o intervención educativa diseñada en la fase anterior, los diseñadores y/o educadores trabajan juntos para desarrollar materiales y recursos educativos y para llevar a cabo pruebas piloto de la solución educativa en un entorno controlado, esta fase

también incluye la realización de ajustes y refinamientos en el diseño (Van den Akker, Gravemeijer, McKenney, y Nieveen, 2006).

- **Fase de implementación:** se lleva a cabo como su nombre lo indica la implementación en un entorno real de aprendizaje la solución o intervención educativa desarrollada en la fase anterior, además se recopilan datos sobre la efectividad de la solución, los educadores y/o diseñadores trabajan juntos para asegurarse de que la implementación sea exitosa y se realicen ajustes según sea necesario (Anderson y Shattuck, 2012).

Se emplea el método IBD ya que permite lograr un estudio más completo, sistemático y detallado sobre el fenómeno a trabajar, este enfoque no solo facilita una comprensión profunda de la problemática, sino que también proporciona las bases para implementar nuevas tecnologías orientadas específicamente a mejorar la práctica educativa. En el contexto de este trabajo, la IBD se integra para guiar el desarrollo del modelo paramétrico de visualización en VR logrando asegurar que la tecnología diseñada esté alineada con las necesidades pedagógicas identificadas lo que refuerza la efectividad del paradigma tecnocrático aplicado.

5.2 Fase de diseño

Esta etapa constituyó un paso esencial dentro del desarrollo del modelo paramétrico ya que aquí se establecieron las bases tanto metodológicas como contextuales que guiaron la investigación con el objetivo de identificar y analizar los indicadores clave que afectan en el rendimiento en matemáticas.

Este proceso abarcó tres aspectos correspondientes a la selección de las técnicas de investigación empleadas para la recopilación de los datos, el análisis del contexto de la investigación y la definición de los actores participantes o muestra.

5.2.1 Técnicas de investigación

En esta investigación se emplea una combinación de técnicas de investigación cuantitativas y cualitativas, la metodología utilizada es IBD, bajo el paradigma de interacción de cuantificación, cualificación y socio crítico, con esta metodología se podrá abordar el tema de estudio desde diferentes puntos de vista y con ello tener una comprensión más completa.

En cuanto a las técnicas de investigación cuantitativas, se emplea la encuesta utilizando un cuestionario como instrumento principal de recolección de datos; el cuestionario fue diseñado de manera que permite recopilar información cuantitativa sobre los indicadores de aprendizaje en matemáticas de los estudiantes, con esta técnica es posible obtener datos numéricos que posteriormente podrán ser analizados estadísticamente para la identificación de patrones y relaciones entre las variables de estudio.

Por otro lado, se utilizó la técnica cualitativa de la entrevista donde se llevó a cabo una entrevista semi estructurada utilizando una lista de preguntas elaboradas previamente, esta técnica permitió obtener información más detallada ayudándonos a comprender el fenómeno desde la perspectiva de los actores involucrados en este caso los docentes.

Además de las técnicas mencionadas se realizó trabajo de campo que consistió en la observación directa de cómo se llevaban a cabo las prácticas de enseñanza-

aprendizaje en el aula, las interacciones entre los estudiantes y los docentes para complementar los datos recopilados a través de las encuestas y las entrevistas.

5.2.2 Contexto de la investigación

La Unidad Académica Preparatoria es una institución educativa que ofrece el NMS y brinda formación académica a estudiantes que se encuentran en la etapa previa a la educación universitaria, el programa de matemáticas es parte fundamental del currículum de este plantel, siendo una asignatura clave en el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes.

El contexto geográfico de la investigación abarca al plantel centro que se encuentra ubicado en el centro de la ciudad de Zacatecas, dicho espacio brinda un entorno propicio para la implementación y desarrollo de la investigación.

5.2.3 Actores participantes o muestra

Los participantes de esta investigación están compuestos por dos grupos de actores principales los docentes y los estudiantes de primer semestre que cursan la asignatura de matemáticas en la Unidad Académica Preparatoria Programa 1 de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

En primer lugar, se seleccionaron docentes con años de servicio mayor o igual a 10 años que impartan la materia de matemáticas en el NMS. Estos docentes son elegidos por su amplia experiencia en la enseñanza de las matemáticas, su conocimiento sobre los desafíos y estrategias utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, su participación es de vital importancia para la obtención de las perspectivas docentes sobre el tema de investigación y su relación con el desempeño académico de los estudiantes.

Por otro lado, se tomaron en cuenta a los estudiantes de primer semestre que cursan la asignatura de matemáticas en dicha institución debido a que es el semestre en el que se observa una mayor tasa de reprobación en la materia, los estudiantes son el grupo objetivo de la investigación, la selección de los estudiantes se realizó de manera aleatoria garantizando con ello la representatividad de la muestra y asegurando que los resultados obtenidos sean aplicables a la población estudiantil en general.

5.3 Fase de desarrollo

Esta fase está destinada a la construcción del modelo paramétrico de visualización en realidad virtual de indicadores de aprendizaje en matemáticas, para lo cual es necesario continuar con el análisis de los datos previamente recopilados para poder estructurarlos en un modelo funcional, en esta parte de la investigación el modelo aun no será aplicado de manera directa en la institución, como se llevará a cabo en la etapa de implementación, sino que estará enfocada en la creación de las herramientas necesarias para su uso posterior.

Dentro de esta fase se incluyen tres aspectos clave el análisis de datos que ofrece la base sobre la cual se construye la representación visual de los indicadores, los instrumentos utilizados para la recolección de la información de los actores principales (estudiantes y docentes) y la validación de los instrumentos lo que asegura la calidad y fiabilidad de los datos permitiendo que el modelo paramétrico sea preciso y representativo de la realidad educativa estudiada.

5.3.1 Análisis de datos

Para realizar el análisis de los datos recopilados en esta investigación se llevaron a cabo una serie de pasos, en un primer instante se aplicó el instrumento de

cuestionarios a la población de estudiantes, para lo cual fue entregada una copia física a cada uno de ellos, la cual fue respondida de manera escrita, una vez terminados los cuestionarios fueron retirados y los datos obtenidos fueron recopilados y transferidos a un archivo compatible con los programas de análisis estadístico requeridos.

En otro momento, se realizaron las entrevistas al personal docente seleccionado, las cuales se llevaron cara a cara tratando de proporcionar un entorno calmado y cómodo para propiciar la comunicación entre el investigador y los docentes, durante las entrevistas se realizaron grabaciones de nota de voz esto con el objetivo de no perder detalle ni información importante de las respuestas otorgadas, una vez concluidas las sesiones las respuestas fueron transcritas y almacenadas en formato digital para su posterior categorización. Como último paso, se realizó el trabajo de campo, el cual consistió en realizar observaciones en las clases, las interacciones entre los docentes y estudiantes y se recopilaron documentos que fuesen relevantes.

Una vez concentrados todos los datos se utilizaron métodos mixtos que combinaran técnicas tanto cuantitativas como cualitativas, en el caso de los datos cuantitativos que fueron correspondientes a los cuestionarios fueron sometidos a análisis estadísticos descriptivos e inferenciales así como correlacionales y análisis de factores utilizando el programa estadístico R, el cual es una herramienta sofisticada para la generación de análisis y gráficos (Figura 13) y con respecto a los datos cualitativos obtenidos de las entrevistas y del trabajo de campo, estos fueron analizados mediante técnicas de codificación y categorización temática para la identificación de temas emergentes.

Figura 13

Proceso para el análisis de datos



5.3.2 Instrumentos

Para llevar a cabo el diagnóstico de los datos se diseñaron dos instrumentos diferentes con la finalidad de abordar cuestionamientos específicos para cada grupo de personas, concretamente docentes y estudiantes; con la combinación de estos instrumentos de recolección de datos se obtuvo información completa y detallada sobre las condiciones emocionales y afectivas de los estudiantes, sus hábitos de estudio, las herramientas y técnicas utilizadas por los docentes en el proceso de enseñanza de las matemáticas y el desempeño académico de los estudiantes en matemáticas. Durante la fase de diseño del método IBD se desarrollaron los instrumentos, los cuales fueron aplicados durante la fase de implementación, esta estructuración permitió una aplicación más precisa y adecuada de los cuestionarios.

5.3.2.a Instrumento 1: estudiantes

Se diseñó un cuestionario dirigido a los estudiantes de la Unidad Académica Preparatoria Programa I, plantel Centro, el cual consta de un total de 59 ítems. Dichas preguntas están separadas en cuatro categorías, la primera corresponde a

la perspectiva que se tiene del docente la cual está conformada por 26 ítems; la segunda categoría esta denominada como condiciones emocionales y afectivas en la cual se encuentra una cantidad de 8 ítems, la tercera categoría corresponde a los hábitos de estudio que consta de 10 ítems y la última categoría correspondiente a psicosociales en donde se encuentran 14 ítems.

Todas estas preguntas se encuentran en escala Likert con los valores:

- “Siempre”
- “Casi siempre”
- “Algunas veces”
- “Rara vez”
- “Nunca”

donde para ser contestadas se debe seleccionar la opción que más se adecue según su frecuencia marcando con una X la casilla correspondiente.

Por último, el cuestionario consta de una pregunta abierta la cual es respondida a puño y letra de los estudiantes expresando su sentir.

El objetivo de dicho cuestionario es indagar sobre la percepción de los alumnos respecto a la enseñanza de sus profesores de matemáticas, medir las variables de condiciones emocionales y afectivas en los estudiantes, incluyendo interés, motivación, apatía, pereza, actitud, ansiedad, creencias y angustias; así como sus hábitos de estudio y las variables psicosociales y de esa manera detectar si los docentes son un factor importante en el índice de reprobación de las matemáticas.

5.3.2.b Instrumento 2: docentes

Se diseñó una entrevista dirigida a los docentes de la Unidad Académica Preparatoria Programa I, plantel Centro, la cual consta de un total de 34 preguntas. Dichas preguntas están separadas en tres categorías, la primera corresponde a la

capacitación del docente la cual está conformada por 11 preguntas; la segunda categoría esta denominada como herramientas en la cual se encuentra una cantidad de 13 preguntas y la última categoría correspondiente a las variables psicosociales en donde se encuentran 10 preguntas.

Esta guía de preguntas semiestructurada es utilizada para llevar a cabo la entrevista con el personal docente del área de matemáticas, la cual se realiza cara a cara y el entrevistador hace las preguntas y las respuestas son grabadas por medio de notas de voz únicamente y transcritas al procesador de texto Word, siempre respetando el anonimato de las personas entrevistadas.

El objetivo de dicha entrevista es indagar sobre la percepción y conocimientos de los docentes respecto a la enseñanza de su asignatura, en este caso matemáticas y de esa manera detectar si ellos son un factor importante en el índice de reprobación de las matemáticas.

5.3.3 Validación de los instrumentos

Con el fin de garantizar la validez y la confiabilidad de los instrumentos se realizaron varias formas de validación, una de ellas fue a través del proceso de juicio de expertos, en el cual se tuvo la participación de expertos respaldados por sus conocimientos especializados, experiencia y su comprensión profunda en la materia, dichos expertos proporcionaron evaluaciones críticas y constructivas acerca de la idoneidad y eficacia de los instrumentos.

Describiendo de manera más detallada cómo se llevó a cabo el proceso, en un primer momento los evaluadores revisaron a detalle cada uno de los instrumentos y evaluaron aspectos como la estructura, la claridad y el contenido teniendo especial cuidado en que estuvieran alineados a los objetivos de esta investigación, si por

alguna razón encontraban discrepancias o mejoras proporcionaron comentarios detallados con sugerencias para mejorar la calidad.

Una vez concentrados los juicios de los expertos, estos fueron evaluados para garantizar la validez de cada pregunta, a los cuales se les asignó un puntaje del 1 al 6, donde representaban desde “muy en desacuerdo” hasta “muy de acuerdo” respectivamente.

Para poder determinar si la pregunta era considerada valida se calculó el promedio de las puntuaciones otorgadas por los expertos tomadas en dos aspectos uno la adecuación y el otro la pertinencia, si el promedio de ambos era igual o mayor a 4 la pregunta era considerada como validada y era incluida dentro de los instrumentos.

Después de aplicar el método estadístico para evaluar la validez de cada pregunta en los cuestionarios diseñados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5
Resultados de validación de instrumentos

Instrumento	Preguntas	Validadas	No validadas
Alumnos	60	60	0
Docentes	34	34	0

Como se observa en la Tabla 5, ambos instrumentos (alumnos y docentes) se visualizó que todas las preguntas fueron validas con éxito total lo que garantiza que todos y cada uno de los ítems sin excepción alguna alcanzaron un promedio de puntuación que oscilaba entre 5 y 6 en el proceso de evaluación de validez, lo cual confirma tanto la adecuación y la pertinencia de las preguntas, y además asegura la utilidad de estos para esta investigación.

Para finalizar este proceso se concluye que los instrumentos diseñados son efectivos. Los comentarios y sugerencias brindados por los expertos se trabajaron de manera cuidadosa y se realizaron los ajustes pertinentes, de ser necesario.

Como último proceso de validación, los instrumentos fueron refinados y sometidos a una prueba de fiabilidad (Alfa de Cronbach .969) con lo cual fueron considerados válidos y confiables para su implementación.

5.4 Fase de implementación

La característica principal de esta fase es la aplicación del modelo paramétrico de visualización en realidad virtual de indicadores de aprendizaje en matemáticas, el cual previamente fue desarrollado en la fase anterior, aquí ya se lleva a cabo la implementación del modelo en el entorno real de prueba dentro de la Unidad Académica Preparatoria Programa 1 de la UAZ, dentro de la cual se evaluó su efectividad y se ajustó su funcionamiento según los resultados obtenidos.

Este proceso comenzó con la integración de todos los datos recolectados al modelo paramétrico en la plataforma de realidad virtual donde los indicadores de aprendizaje ya fueron identificados previamente y se visualizan de manera interactiva.

La implementación se realizó en fases graduales:

1. Pruebas iniciales: se realizaron pruebas piloto para verificar el correcto funcionamiento del modelo y se buscó identificar errores de visualización.
2. Ajustes y optimización de forma iterativa: con base en los resultados de las pruebas se ajustaron los parámetros del modelo para optimizar la presentación de los indicadores y asegurando el fácil uso por parte de docentes, administrativos y directivos.

3. Aplicación en el entorno real: una vez superadas las pruebas iniciales, el modelo se implementó en la institución para ser utilizado por los docentes, administrativos y directivos como una herramienta de análisis y mejora del desempeño en matemáticas.

VI. RESULTADOS

Dentro de esta sección serán encontrados los resultados obtenidos durante las tres fases correspondientes a la IBD, como primer punto se presentará el diseño del modelo paramétrico de indicadores de aprendizaje en matemáticas, después continuaremos con los resultados del desarrollo del modelo donde se incluirán los lenguajes de programación y las bases de datos creadas, los cuales sustentan la aplicación y por último se presentarán los resultados obtenidos con la implementación del modelo dentro de la institución.

El primer resultado obtenido de esta investigación es el propio modelo que se describe a continuación.

6.1 Diseño del modelo

El modelo paramétrico de visualización de indicadores de aprendizaje en matemáticas en estudiantes NMS se compone de tres categorías principales que se enfocan en diferentes factores que influyen en el aprendizaje de las matemáticas en este nivel educativo (Figura 14).

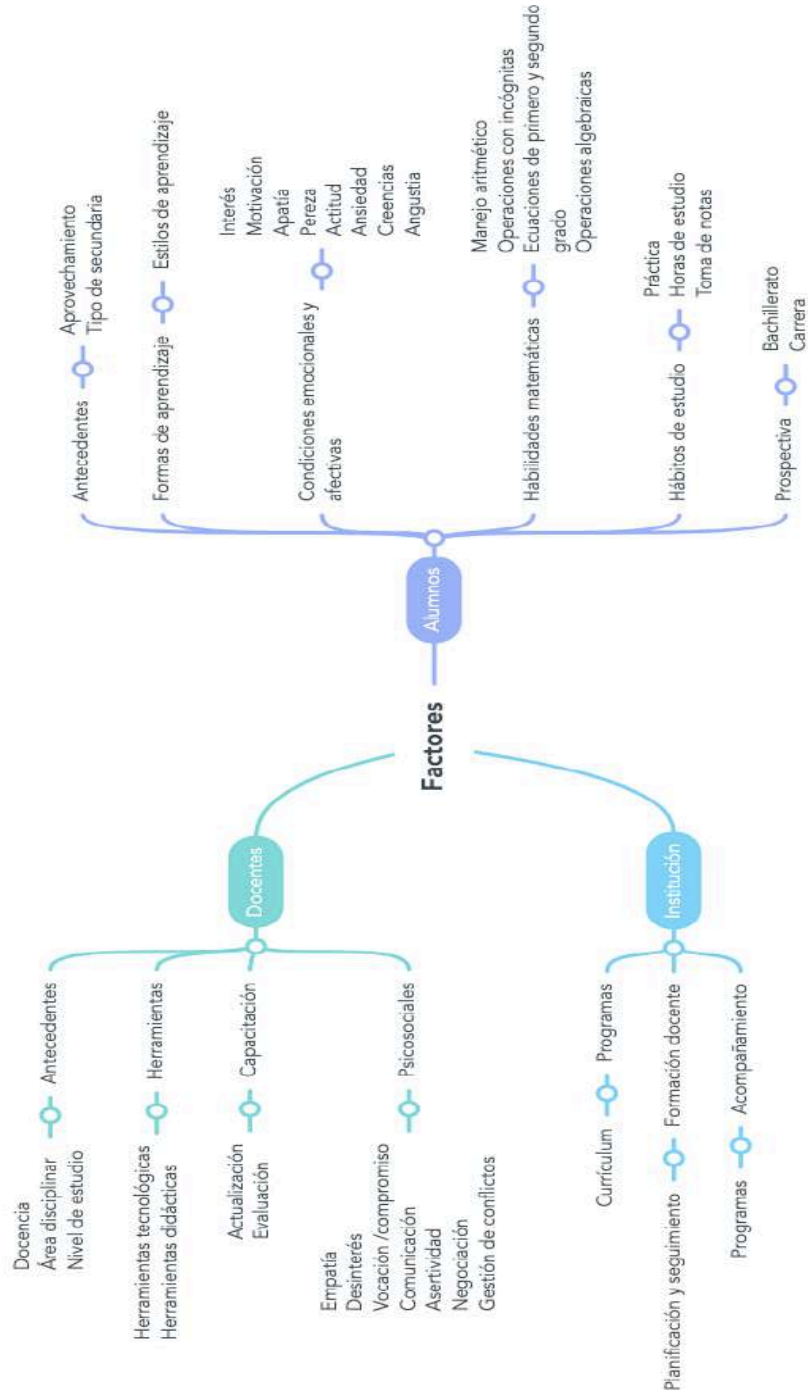
6.1.1 Categoría Alumnos

Esta categoría está destinada a la identificación de factores que están directamente asociados con los estudiantes y se divide en seis criterios diferentes que se describen a continuación:

1. Antecedentes: se refiere al historial académico y los conocimientos previos del estudiante en matemáticas y se consideran las siguientes variables:
 - Aprovechamiento: trata del rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas en años anteriores.

Figura 14

Factores que influyen en el aprendizaje de matemáticas en el NMS



- Tipo de secundaria: se centra en el tipo de escuela secundaria a la que los estudiantes asistieron: pública, privada, técnica o general.

Estas variables podrán ser recabadas de diversas fuentes de datos como expedientes académicos de los estudiantes que proporcionan información detallada sobre su desempeño en matemáticas y el tipo de escuela secundaria a la que asistieron o bien de encuestas a los estudiantes.

2. Formas de aprendizaje: se enfoca en las diferentes maneras en que los estudiantes aprenden y considera la siguiente variable:

- Estilos de aprendizaje: hace referencia a las preferencias de aprendizaje de los estudiantes y cómo procesan la información de manera más efectiva como son activo, reflexivo, teórico o pragmático.

Para recopilar información sobre las formas de aprendizaje de los estudiantes se puede hacer por medio de dos maneras, la primera solicitar al departamento psicopedagógico de la institución los resultados obtenidos de las evaluaciones de los estudiantes o la segunda aplicar un cuestionario de estilos de aprendizaje al grupo.

3. Condiciones emocionales y afectivas: se relaciona con los estados emocionales y las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas, aquí se toman en cuenta las siguientes variables:

- Interés: se dirige al grado de atracción que siente el estudiante hacia el aprendizaje de las matemáticas.
- Motivación: es el conjunto de factores internos y externos que impulsan al estudiante a aprender matemáticas.
- Apatía: se entiende como la falta de interés o motivación hacia las matemáticas.

- Pereza: se refiere a la falta de esfuerzo o iniciativa en el aprendizaje de las matemáticas.
- Actitud: es la disposición mental y emocional del estudiante hacia el aprendizaje de las matemáticas y puede ser positiva o negativa.
- Ansiedad: es el estado emocional de preocupación, tensión o miedo asociado con el aprendizaje de las matemáticas.
- Creencias: se enfoca en el conjunto de ideas, valores y prejuicios que el estudiante tiene acerca de las matemáticas y su capacidad para aprenderlas.
- Angustia: es el estado emocional de malestar, inquietud o desasosiego relacionado con el aprendizaje de las matemáticas.

Las variables de esta categoría se pueden recoger a través de diferentes métodos como cuestionarios, entrevistas, observaciones en el aula, análisis de notas y trabajos.

4. Habilidades matemáticas: son las habilidades específicas que los estudiantes deben poseer para tener éxito en el aprendizaje de las matemáticas, aquí se toman como variables:

- Manejo aritmético: trata de la habilidad de los estudiantes para realizar operaciones básicas de sumar, restar, multiplicar y dividir números enteros y fraccionarios.
- Operaciones con incógnita: implican la capacidad de los estudiantes para realizar operaciones algebraicas básicas con variables desconocidas.
- Ecuaciones de primero y segundo grado: se enfoca en la capacidad de los estudiantes para resolver ecuaciones de este tipo.

- Operaciones algebraicas: se relacionan con la capacidad de los estudiantes para realizar operaciones más complejas con polinomios y fracciones algebraicas.

Para recolectar estas variables se pueden utilizar diversas técnicas como pruebas estandarizadas de matemáticas, evaluaciones de desempeño en el aula y pruebas que midan las habilidades de los estudiantes en estas áreas específicas.

5. Hábitos de estudio: se enfoca en los hábitos de estudio y la disciplina necesarios para lograr un aprendizaje efectivo en matemáticas, se cuenta con las variables:

- Práctica: hace referencia a la cantidad de veces que el estudiante realiza ejercicios y problemas matemáticos para reforzar su aprendizaje.
- Horas de estudio: se centra en el tiempo que el estudiante dedica al estudio de las matemáticas fuera del aula.
- Toma de notas: se refiere a la habilidad del estudiante para tomar apuntes y resumir la información relevante durante las clases de matemáticas.

Dichas variables pueden ser recopiladas mediante una encuesta o cuestionario donde se les pregunte a los estudiantes sobre la frecuencia y el tiempo que dedican a la práctica de los ejercicios y problemas de matemáticas, la cantidad de horas que dedican al estudio y la frecuencia y la calidad de las notas que toman durante las clases de matemáticas.

6. Prospectiva: se relaciona con la motivación y las metas futuras de los estudiantes en relación con su aprendizaje de las matemáticas y posee como variables:

- Bachillerato: área de estudio que los estudiantes han elegido durante su educación de NMS.
- Carrera: se enfoca en la elección de un programa académico que los estudiantes desean seguir después de graduarse.

Estas variables se pueden obtener a través de encuestas o cuestionarios que se realicen a los estudiantes.

6.1.2 Categoría Docentes

La segunda categoría es llamada Docentes y se enfoca en los factores asociados con los docentes que son necesarios para analizar y medir el impacto que generan en el aprendizaje de las matemáticas en el aula. Esta categoría se divide en cuatro criterios diferentes que se describen a continuación:

1. Antecedentes: se refiere a la experiencia y formación previa de los docentes en matemáticas y considera las variables:
 - Docencia: hace referencia a la experiencia y tiempo de servicio de los docentes en el área de matemáticas.
 - Área disciplinar: se relaciona con la especialidad o área de conocimiento en la que el docente se desempeña.
 - Nivel de estudio: se centra en el grado académico que el docente ha obtenido.

Todas estas variables pueden ser recopiladas a través de registros encontrados en la institución educativa o encuestas específicas dirigidas a los docentes.

2. Herramientas: se enfoca en las herramientas y recursos que los docentes utilizan para enseñar matemáticas, aquí se consideran las siguientes variables:

- Herramientas tecnológicas: trata de los recursos tecnológicos que los docentes utilizan en el proceso de enseñanza de las matemáticas.
- Herramientas didácticas: alude a los recursos didácticos que los docentes utilizan para enseñar matemáticas.

Estas variables se podrán recabar mediante encuestas o entrevistas a los docentes donde se les pregunte qué tipos de recursos y tecnologías utilizan en sus clases de matemáticas tales como programas de computadora, aplicaciones móviles, juegos didácticos, entre otros, otra manera podría ser se observar las clases de matemáticas para su identificación.

3. Capacitación: se relaciona con la capacitación y actualización de los docentes en relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y cuenta con las variables:

- Actualización: hace énfasis en la actualización de los docentes en cuanto a los conocimientos disciplinares y didácticos.
- Evaluación: se dirige a la evaluación del desempeño de los docentes en cuanto a la enseñanza de las matemáticas.

Estas variables pueden recabarse a través de encuestas o entrevistas a los docentes, o mediante revisión de planes y programas de estudio y materiales didácticos.

4. Psicosociales: hace referencia a las habilidades sociales y emocionales de los docentes en relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas considerando las siguientes variables:

- Empatía: esta variable se refiere a la capacidad de los docentes para comprender y ponerse en el lugar de los estudiantes en relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.
- Desinterés: alude a la falta de motivación o interés de los docentes en la enseñanza de las matemáticas.
- Vocación / compromiso: esta variable trata de la pasión y compromiso que los docentes tienen por la enseñanza de las matemáticas.
- Comunicación: es la capacidad de los docentes para comunicarse de manera efectiva con los estudiantes.
- Asertividad: se dirige a la capacidad de los docentes para expresar sus ideas y opiniones de manera clara y directa.
- Negociación: esta variable se enfoca en la capacidad de los docentes para resolver conflictos y llegar a acuerdos en situaciones de desacuerdo o tensión en el aula.
- Gestión de conflictos: se centra en la capacidad de los docentes para identificar y resolver conflictos de manera efectiva en el aula.

Las variables de este factor se pueden recopilar a través de diferentes métodos como cuestionarios o entrevistas a los estudiantes para evaluar la percepción que tienen de sus docentes.

6.1.3 Categoría Institucional

La última categoría es llamada Institucional y se enfoca en los factores institucionales que influyen en el aprendizaje de las matemáticas y se divide en tres criterios diferentes que se describen a continuación:

1. Programas: hace referencia a los programas educativos y curriculares que se utilizan para enseñar matemáticas en la institución e incluye la variable:

- Currículum: se refiere al conjunto de objetivos de aprendizaje, contenidos, metodologías y recursos educativos que se utilizan en la enseñanza de las matemáticas en la institución.

Esta información puede ser obtenida a través de documentos institucionales como planes de estudio y programas educativos.

2. Formación Docente: se enfoca en la formación y capacitación brindada a los docentes con respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y considera la variable:

- Planificación y seguimiento: proceso mediante el cual se establecen objetivos, estrategias y monitoreo para el desarrollo adecuado del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

Esta variable se podrá recabar a través de la revisión de los registros de los cursos de formación y capacitación que han tomado los docentes.

3. Acompañamiento: se relaciona con el apoyo y acompañamiento que se brinda a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje de las matemáticas, aquí solo se toma una variable:

- Programas: se enfoca en los programas de tutoría, asesoría y psicopedagogía que se ofrecen a los estudiantes para ayudarles en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

Para recabar información sobre esta variable se deberá realizar una revisión documental de los programas existentes en la institución educativa.

6.2 Desarrollo del modelo

En esta etapa de desarrollo se abordaron los requerimientos funcionales para poder cumplir con los objetivos establecidos y los cuales están centrados en proporcionar a los docentes, directivos y administrativos una interfaz intuitiva y amigable con herramientas interactivas que permite explorar los indicadores de aprendizaje generando retroalimentación grupal o individual.

Asimismo, se prestará atención a la integración de datos con el fin de proporcionar una visión completa y actualizada del rendimiento estudiantil. A continuación se enlistan los requerimientos funcionales de la aplicación:

Tabla 6

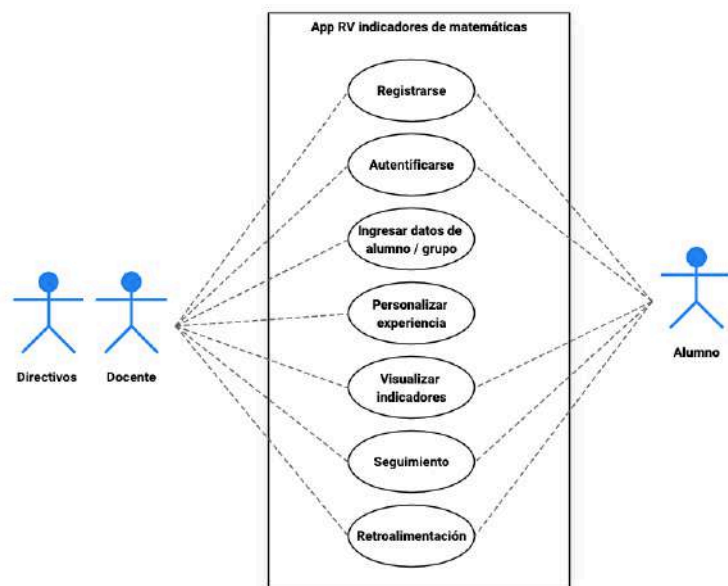
Requerimientos funcionales de la app

Identificación	Descripción del requisito
Registro de usuario	Los estudiantes, directivos y profesores podrán crear cuentas en la aplicación para acceder a la visualización de sus datos.
Autenticación de usuario	Los estudiantes, directivos y profesores accederán a través de un método de autenticación a sus datos.
Visualización de indicadores	Mostrará indicadores de aprendizaje en matemáticas de manera clara y comprensible en el entorno de realidad virtual por medio de gráficos, tablas, representaciones visuales interactivas y estadísticas.
Interacción con los indicadores	Permitirá a los estudiantes, directivos y profesores interactuar con los indicadores para obtener más detalles entre diferentes áreas de matemáticas.

Seguimiento del progreso	Permitirá a los estudiantes, directivos y profesores realizar un seguimiento de su progreso a lo largo del tiempo, ver el desarrollo de sus habilidades matemáticas y establecer metas específicas.
Personalización de la experiencia	Ofrecer opciones de personalización, preferencias de visualización, selección de diferentes variables, etc.
Integración de datos	Permitir la integración de datos, como resultados de exámenes u otros indicadores necesarios, para proporcionar una visión completa del rendimiento estudiantil.

Con el objetivo de brindar una representación más clara del flujo de interacciones entre la aplicación y los actores involucrados, se presenta el caso de uso general de la aplicación (Figura 15) teniendo como principales actores a los directivos, docentes y alumnos:

Figura 15
Caso de uso de la app



6.2.1 Lenguajes de programación

Para el desarrollo de este modelo se implementaron las siguientes herramientas y tecnologías específicas para el desarrollo de aplicaciones en Android:

- Android Studio: se utilizó el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para la plataforma de Android, el cual proporcionó un conjunto de herramientas para la programación de aplicaciones incluyendo un editor de código, herramientas de depuración avanzadas y el emulador de pruebas para dispositivos Android.
- Java: el lenguaje de programación principal para escribir el código fuente de la aplicación fue java, el cual es un lenguaje de orientado a objetos conocido por su portabilidad y es ampliamente utilizado en el desarrollo de aplicaciones Android.
- Android SDK (Software Development Kit): se hizo uso del Android SDK que es un conjunto de herramientas que facilita el desarrollo de aplicaciones Android, además proporciona acceso a las API de Android, bibliotecas y herramientas de compilación necesarias para el desarrollo y depuración de las aplicaciones.
- Android Studio Emulator: se utilizó el emulador incluido en Android Studio para probar y depurar la aplicación sin la necesidad de tener un dispositivo físico, ya que este simula el comportamiento de un dispositivo permitiendo realizar pruebas de forma accesible y controlada.
- SQL (Structured Query Language): para el manejo de datos en la aplicación se empleó SQL, el cual es un lenguaje de programación diseñado para la gestión y manipulación de datos en bases de datos relacionales, además se utilizó para interactuar con bases de datos SQLite u otros sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

- OpenGL: en el desarrollo de la aplicación se hizo uso de OpenGL, una API grafica utilizada para renderizar gráficos en 2D y 3D en aplicaciones Android, el cual permitió crear efectos visuales avanzados y optimizar el rendimiento grafico de la aplicación, especialmente en casos donde se requerían gráficos intensivos, como aplicaciones de realidad virtual.

6.2.2 Estructura de la aplicación

La pantalla de inicio de la aplicación de realidad virtual (Figura 16) presenta los siguientes elementos:

- Título de la aplicación: en la parte superior de la pantalla, se muestra el título de la aplicación de manera destacada, captando la atención del usuario.
- Mensaje de bienvenida: justo debajo del título, se incluye un breve mensaje de bienvenida para brindar una primera impresión cálida y amigable.
- Opción de inicio de sesión: en el centro de la pantalla, se encuentra un botón prominente que invita al usuario a iniciar sesión, al hacer clic en este botón, se le redirige a la pantalla de inicio de sesión donde puede ingresar sus credenciales.

Estos elementos se combinan para ofrecer una pantalla de inicio concisa y centrada en la acción de inicio de sesión, el diseño minimalista y enfocado en la usabilidad permite al usuario identificar rápidamente cómo acceder a la aplicación y comenzar su experiencia de realidad virtual para la visualización de indicadores de aprendizaje en matemáticas.

Figura 16
Pantalla de inicio



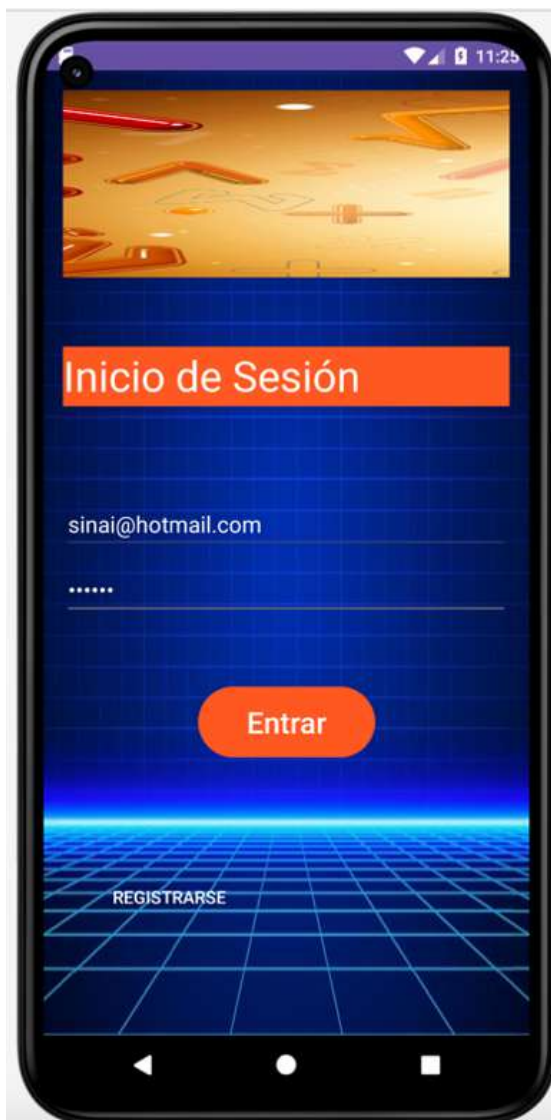
Una vez que se selecciona el botón de “Ingresar”, aparece la pantalla de inicio de sesión, que se muestra en la Figura 17. En esta pantalla, se solicitan dos parámetros: la dirección de correo electrónico y la contraseña.

La aplicación realiza una verificación para garantizar que el correo electrónico proporcionado sea válido y que la contraseña tenga más de 6 caracteres, una vez completados estos campos, el usuario debe hacer clic en el botón “Entrar”.

En este punto, la aplicación verifica la autenticidad de los datos proporcionados, es decir, si el correo y la contraseña son válidos y existen en la base de datos, si los datos son correctos, la aplicación redirige al usuario a la página de inicio, otorgando acceso completo a la funcionalidad principal. Por otro lado, si los datos proporcionados no son correctos, la aplicación muestra un mensaje de error que indica que el usuario o la contraseña son incorrectos permitiendo al usuario volver a intentar el proceso de inicio de sesión con la información correcta.

Figura 17

Pantalla inicio de sesión



En caso de que el usuario no cuente con un registro previo, se le ofrecerá la opción de registrarse, para ello, deberá hacer clic en la sección que indica Registrarse, lo que desencadenará la apertura de la pantalla de registro (Figura 18).

Figura 18
Pantalla de registro



Registro

Para registrarse es necesario que introduzca un correo electrónico y su contraseña mayor a 5 dígitos

Correo

Contraseña

Registrarse

Para llevar a cabo el proceso de registro, el usuario simplemente deberá ingresar una dirección de correo electrónico válida y establecer una contraseña que conste de más de 6 caracteres, la aplicación llevará a cabo una verificación para

asegurarse de que los datos proporcionados sean correctos y cumplan con los requisitos.

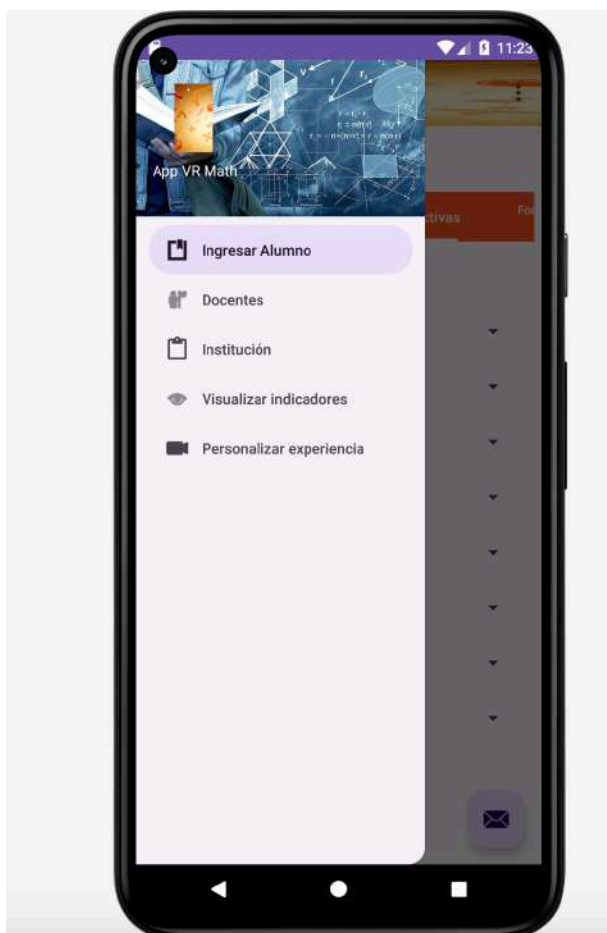
Si los datos ingresados son correctos, el usuario obtendrá acceso a la aplicación y será dirigido a la pantalla de Bienvenida, donde podrá comenzar a utilizar las funciones de la aplicación de manera completa. Por otro lado, si los datos ingresados no son correctos o no cumplen con los criterios establecidos, la aplicación solicitará que se introduzcan los datos correctamente, brindando al usuario la oportunidad de corregir la información necesaria antes de continuar.

Una vez que el usuario ha completado el proceso de autenticación con éxito, la aplicación le dará un mensaje de bienvenida. Además, se le proporcionará acceso a un menú lateral (Figura 19), el cual incluye varias opciones para que el usuario elija cómo desea utilizar la aplicación, estas opciones son las siguientes:

- Ingresar Alumnos: Esta opción permite al usuario agregar información sobre estudiantes al sistema.
- Ingresar Docentes: Aquí, el usuario podrá registrar datos relacionados con los profesores o docentes.
- Ingresar Institución: Permite la incorporación de detalles sobre la institución o entidad educativa en la que se trabaja.
- Visualizar Indicadores: Esta opción brinda acceso a información y datos relevantes, gráficos y experiencia VR relacionados con los indicadores de los alumnos.
- Personalizar la Experiencia: En esta sección, el usuario puede ajustar la configuración y preferencias personales para adaptar la aplicación a sus necesidades y preferencias individuales para poderlas observar en VR.

El menú lateral facilita la navegación y el uso de las diversas funciones de la aplicación, permitiendo al usuario seleccionar la tarea específica que desee llevar a cabo.

Figura 19
Menú lateral



Cuando el usuario selecciona Ingresar Alumno (Figura 20), la aplicación mostrará una pantalla dedicada a la captura de datos necesarios para registrar a un estudiante. Estos datos se dividen en tres categorías esenciales:

Primera Categoría: Antecedentes y Prospectiva del Alumno:

En esta sección, se solicitarán datos relacionados con el historial y las perspectivas del estudiante. Estos incluyen información sobre la identidad del alumno, su historial académico, metas educativas y otros detalles relevantes para su progreso educativo.

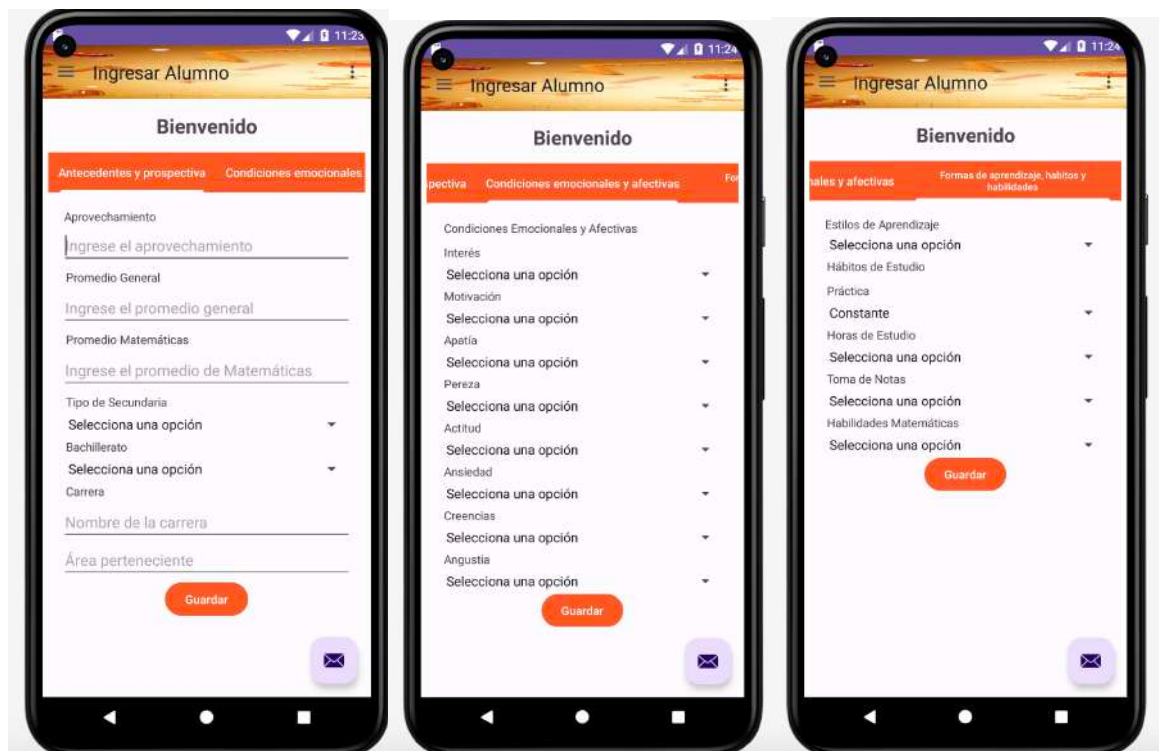
Segunda Categoría: Condiciones Emocionales y Afectivas:

Aquí, se recopilarán datos relacionados con las condiciones emocionales y afectivas del estudiante. Esto abarca información sobre su sentir emocional con respecto a las matemáticas.

Tercera Categoría: Formas de Aprendizaje, Hábitos y Habilidades:

En esta sección se registrarán detalles sobre el estilo de aprendizaje del estudiante, sus hábitos de estudio, y las habilidades que posee.

Figura 20
Pantalla Ingresar alumno

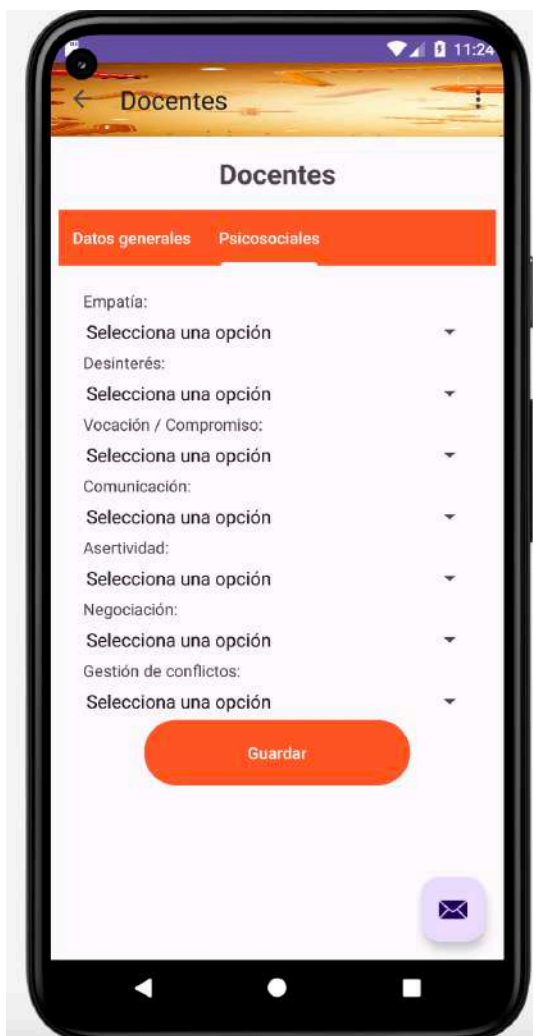


Cuando el usuario selecciona la opción "Docentes" (Figura 21), se presentarán dos categorías que deben ser completadas para registrar a un profesor de matemáticas.

La primera categoría serán los datos generales del profesor, en esta sección, se recopilarán datos generales como su nombre, años de experiencia, etc.

En la segunda categoría, se capturarán datos relacionados con aspectos psicosociales del profesor, estos datos pueden incluyen información sobre su empatía, desinterés, gestión de conflictos, entre otros.

Figura 21
Pantalla docente

The image shows a smartphone screen displaying a mobile application titled 'Docentes'. At the top, there is a navigation bar with a back arrow and the title 'Docentes'. Below this, there is a section header 'Docentes' and two tabs: 'Datos generales' and 'Psicosociales'. The 'Psicosociales' tab is currently selected. The main content area lists several psychosocial factors, each with a label and a dropdown menu for selection. The factors are: Empatía, Desinterés, Vocación / Compromiso, Comunicación, Asertividad, Negociación, and Gestión de conflictos. Each factor has a label followed by 'Selecciona una opción' and a downward arrow. At the bottom of the form, there is a large orange button labeled 'Guardar'. In the bottom right corner, there is a small purple icon of an envelope inside a circle. The phone's status bar at the top shows the time as 11:24 and various connectivity icons.

La opción Institución (Figura 22) proporcionará la oportunidad de almacenar información relevante sobre la institución educativa, esta información puede incluye

el currículum, la planificación y los programas de apoyo con los que se cuenta para los estudiantes de matemáticas.

Figura 22
Pantalla Institución

The screenshot shows a mobile application interface for an institution. The header is purple with a back arrow and the text 'Institución'. The main content area is white and contains the following sections:

- Currículum:**
 - Año de actualización del currículum
 - Año de implementación del currículum
- Planificación y seguimiento:**
 - Curso
 - Evaluación docente
- Programas:**
 - Tutoría
 - Asesoría
 - Psicopedagogía

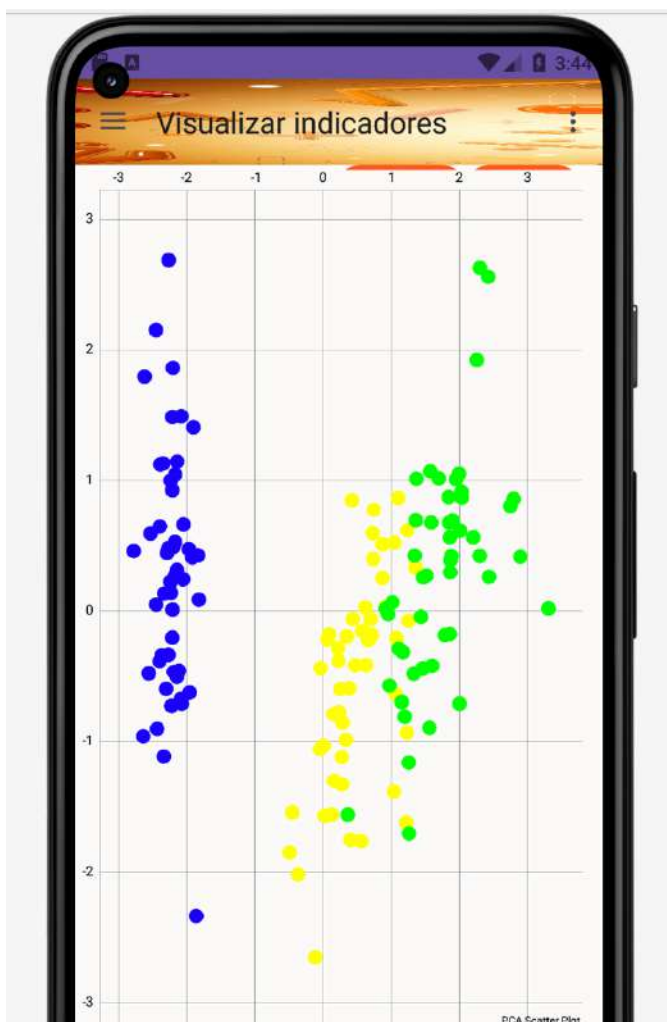
At the bottom of the form is an orange 'Guardar' button. In the bottom right corner, there is a floating action button with a purple envelope icon. The phone's status bar at the top shows the time as 11:25.

Cuando el usuario elige la opción Visualizar Indicadores (Figura 23), se mostrará en pantalla una tabla con los datos desplegados llenados previamente con la información tanto de alumnos, docentes e institución. Además, se ofrecerá la

posibilidad de representar estos datos mediante una gráfica en 2D, lo que permitirá al usuario tener una comprensión más intuitiva y visual del comportamiento de los indicadores.

Figura 23

Pantalla visualizar indicadores

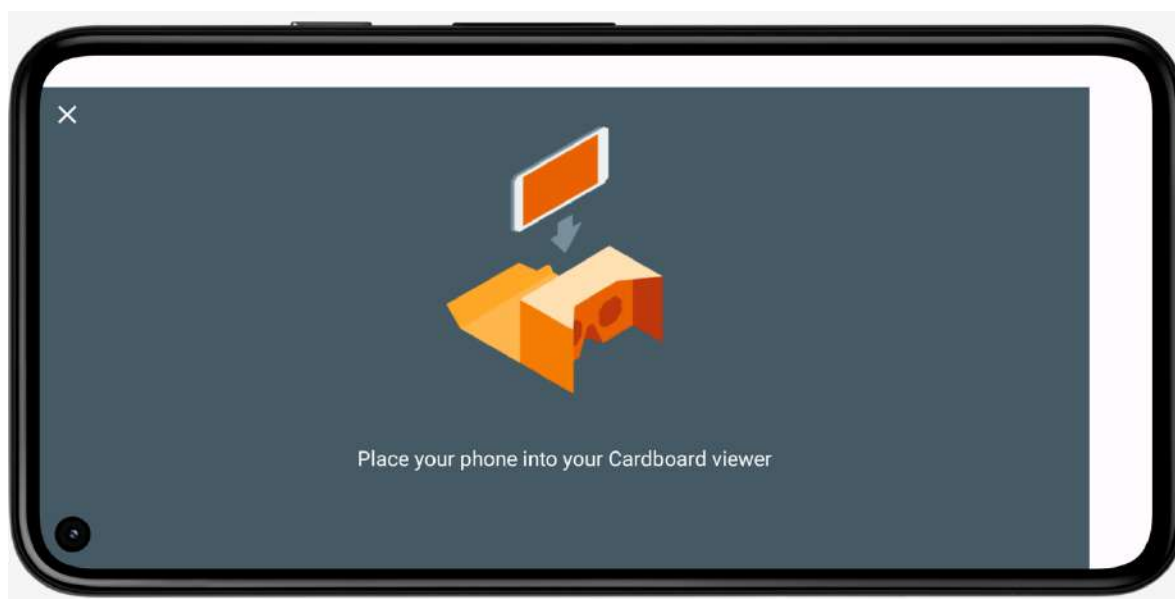


Por último, se encontrará la opción de Personalizar la experiencia (Figura 24), si el usuario la selecciona, de primer momento le solicitará que coloque los visores y le permitirá representar los indicadores en un espacio de realidad virtual, esta

innovadora función brinda la oportunidad de sumergirse en un entorno tridimensional, donde los datos se visualizan de manera interactiva y envolvente. Esta experiencia no solo proporciona una comprensión más profunda de los indicadores, sino que también ofrece una perspectiva única que facilita la identificación de patrones y tendencias.

Figura 24

Pantalla de Personalizar experiencia



6.2.3 Bases de datos

La aplicación se estructura en torno a dos bases de datos distintas, siendo la primera la base de datos de usuarios. Esta base almacena el registro completo de todas las personas autorizadas para utilizar la aplicación.

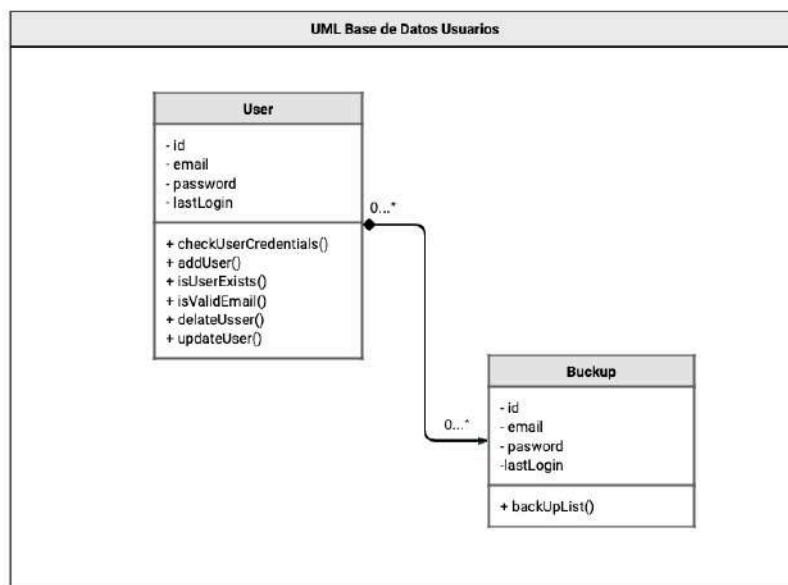
La base de datos de usuarios se compone de dos tablas (Figura 25), la primera de ellas denominada Usuarios, esta tabla incluye parámetros clave como el ID, el correo electrónico, la contraseña y el registro del último acceso a la aplicación. En esta tabla, se han definido seis métodos específicos que permiten verificar las

credenciales del usuario, comprobar la existencia del usuario, validar la dirección de correo electrónico, actualizar la información del usuario y en caso necesario, eliminarlo del sistema.

La segunda tabla, denominada Backup, desempeña un papel fundamental al mantener y generar copias de respaldo de todos los usuarios registrados en la aplicación. Esta funcionalidad asegura la integridad y la disponibilidad de los datos, proporcionando una capa adicional de seguridad y resiliencia.

En la tabla de Backup, se almacenan datos cruciales que respaldan la información almacenada en la tabla de Usuarios, este enfoque permite restaurar la aplicación a un estado anterior en caso de pérdida de datos o situaciones imprevistas. Así, la tabla Backup actúa como salvaguarda confiable, asegurando que la información de los usuarios esté respaldada de manera efectiva y que la aplicación pueda recuperarse de posibles contingencias.

Figura 25
UML Base de datos Usuarios



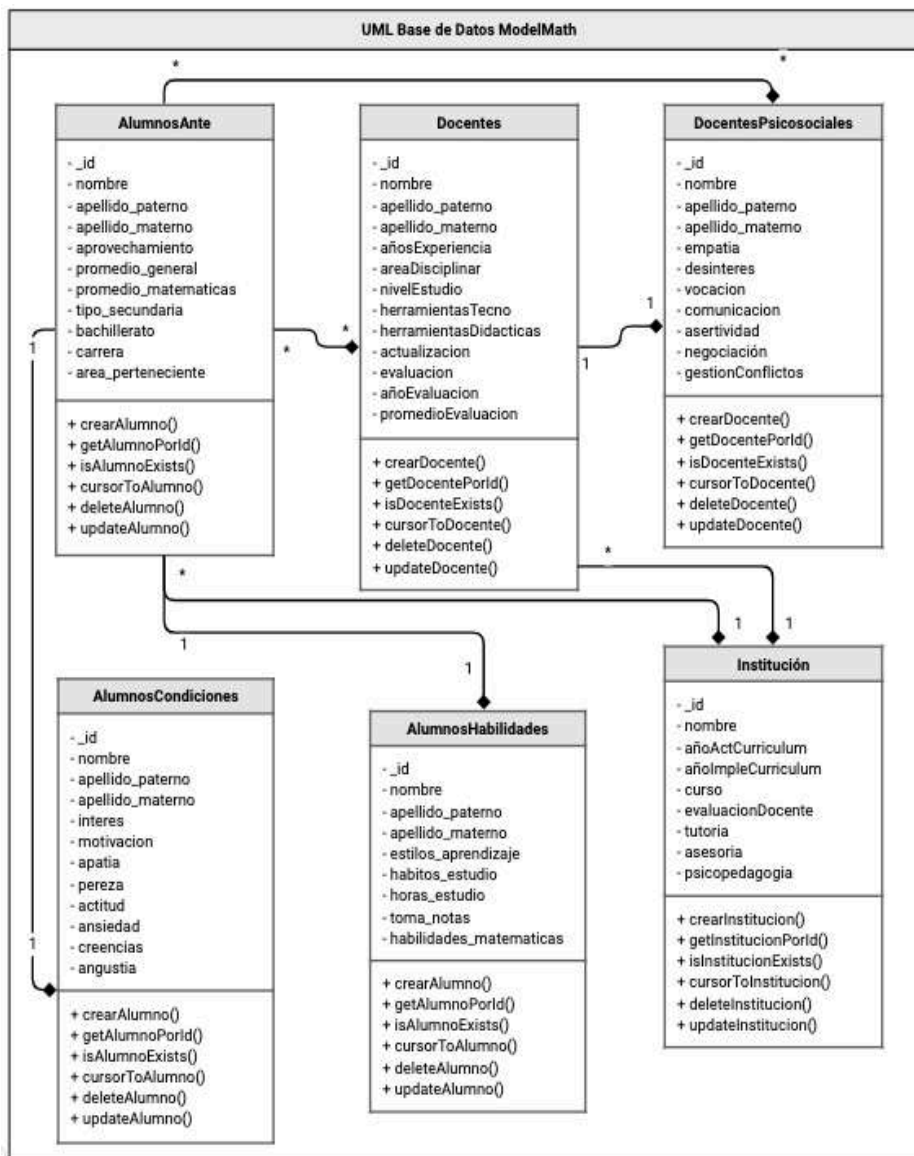
La segunda base de datos es inherentemente más compleja y robusta, ya que constituye la base de datos del modelo matemático (Figura 26), su importancia es crucial, ya que almacena todos los factores asociados con el aprendizaje en matemáticas, esta base se compone de seis tablas distintas, cada una desempeñando un papel fundamental en la recopilación y organización de datos clave.

La primera tabla se centra en los antecedentes de los alumnos, almacenando información crucial como el rendimiento académico, el promedio general, el promedio en matemáticas, el tipo de secundaria de origen, el bachillerato al que pertenecen, la carrera que les gustaría estudiar y el área a la que pertenecen. La segunda tabla integra factores relacionados con las condiciones psicosociales de los estudiantes, registrando información como el interés, la motivación, la apatía, la pereza, la actitud, la ansiedad, las creencias y la angustia. La tercera tabla se enfoca en las habilidades de los alumnos en matemáticas, recopilando información sobre estilos de aprendizaje, hábitos de estudio, horas de estudio, toma de notas y habilidades matemáticas.

Estas tres tablas comparten métodos comunes que permiten dar de alta a un alumno, verificar su existencia, realizar modificaciones o eliminarlo del sistema. La cuarta tabla alberga información general sobre los docentes, incluyendo años de experiencia, área disciplinar, nivel de estudios, herramientas didácticas y tecnológicas utilizadas, año de evaluación, evaluaciones recibidas y promedio obtenido. La quinta tabla se enfoca en los aspectos psicosociales de los docentes, registrando información sobre empatía, desinterés, vocación, comunicación, asertividad, negociación y gestión de conflictos. Las dos últimas tablas comparten métodos que permiten dar de alta a un docente, verificar su existencia, realizar modificaciones o eliminarlo del sistema.

Por último, la sexta tabla se ocupa de los datos institucionales, almacenando información sobre el año de actualización del currículum, año de implementación, curso, evaluación docente, tutoría, asesoramiento y psicopedagogía, esta tabla también cuenta con métodos que facilitan el registro de la institución, su modificación o actualización, y en su caso, su eliminación del sistema.

Figura 26
UML Base de datos Modelo Matemático



6.3 Implementación del modelo

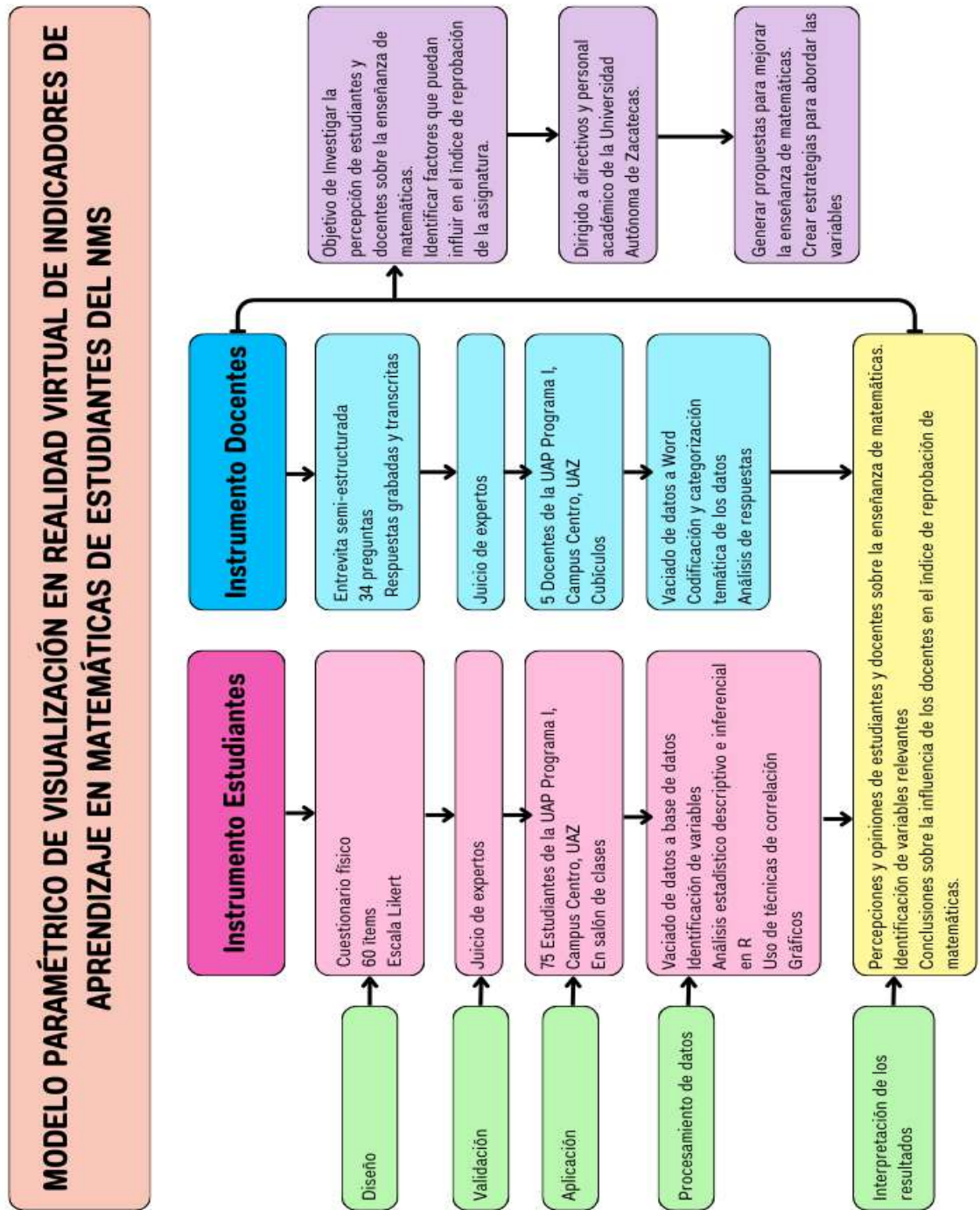
En la fase de implementación, se llevó a cabo la aplicación de los instrumentos a una muestra compuesta por 75 alumnos y 5 profesores, seleccionados de la población objetivo del proyecto, esto implicó administrar el cuestionario a los alumnos y realizar entrevistas a los profesores, siguiendo el diseño establecido previamente y una vez recopiladas las respuestas, se procedió al ingreso de los datos en la base de datos diseñada para este propósito.

La estructuración de la base de datos previa fue fundamental en esta etapa. Posteriormente, se ingresaron los datos recopilados en las tablas correspondientes, asegurando su consistencia y precisión. Seguidamente, se aplicó la técnica de análisis previamente establecida en el programa, dicho análisis permitió identificar tendencias y patrones en las percepciones de los alumnos respecto a la enseñanza de matemáticas y otros aspectos relevantes.

Por otra parte, se llevó a cabo un análisis cualitativo de las respuestas abiertas proporcionadas por los alumnos en el cuestionario, así como de las transcripciones de las entrevistas con los profesores, este análisis cualitativo fue fundamental para comprender en profundidad las percepciones y opiniones de los participantes, identificando temas emergentes y patrones que no podrían ser capturados únicamente mediante el análisis cuantitativo.

Este proceso de sistematización de los datos se encuentra representado en el siguiente esquema (Figura 27), que visualiza de manera ordenada y secuencial cada etapa del análisis llevado a cabo para cumplir los objetivos y poder llegar a los resultados.

Figura 27
Sistematización de los datos



A continuación se presentan los resultados encontrados:

Se aplicó el método de PCA y los resultados del análisis indican que los primeros componentes principales (PC1, PC2, PC3, etc.) son los más importantes para explicar la variabilidad en los datos. El PC1 tiene la mayor desviación estándar y explica la mayor proporción de varianza en los datos, seguido por los siguientes componentes en orden descendente de importancia. La proporción acumulada de varianza explicada muestra que una cantidad significativa de la variabilidad en los datos puede ser explicada por un número relativamente pequeño de componentes principales, con una proporción acumulada que alcanza el 72.52% con los primeros 10 componentes principales (Figura 28), esto sugiere que el conjunto de datos puede ser reducido a unas pocas dimensiones principales sin perder mucha información, lo que es útil para visualizar y entender la estructura subyacente de los datos, así como para la posterior modelización o análisis.

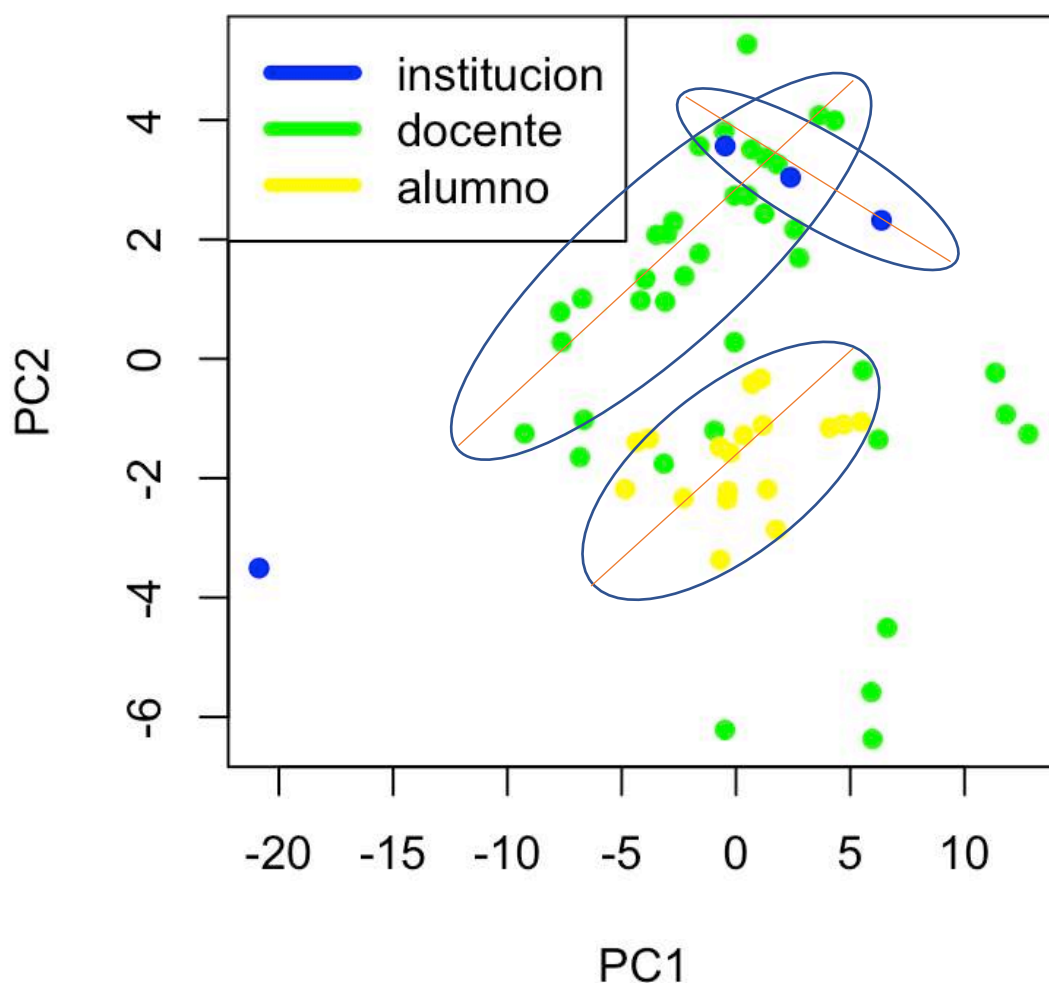
Figura 28
Resumen de PCA

Importance of components:												
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
Standard deviation	5.3600	2.64404	2.11468	1.67669	1.53307	1.4310	1.3611	1.34958	1.3360	1.23795	1.21174	1.15034
Proportion of Variance	0.3831	0.09321	0.05962	0.03748	0.03134	0.0273	0.0247	0.02428	0.0238	0.02043	0.01958	0.01764
Cumulative Proportion	0.3831	0.47627	0.53590	0.57338	0.60472	0.6320	0.6567	0.68101	0.7048	0.72524	0.74482	0.76246
	PC13	PC14	PC15	PC16	PC17	PC18	PC19	PC20	PC21	PC22	PC23	
Standard deviation	1.12700	1.09381	1.06860	1.02385	1.00479	0.95823	0.91035	0.8747	0.85808	0.82984	0.79449	
Proportion of Variance	0.01693	0.01595	0.01523	0.01398	0.01346	0.01224	0.01105	0.0102	0.00982	0.00918	0.00842	
Cumulative Proportion	0.77940	0.79535	0.81057	0.82455	0.83801	0.85026	0.86131	0.8715	0.88132	0.89051	0.89892	
	PC24	PC25	PC26	PC27	PC28	PC29	PC30	PC31	PC32	PC33	PC34	
Standard deviation	0.78138	0.7601	0.72632	0.70160	0.67915	0.64152	0.61331	0.60782	0.59011	0.56929	0.56078	
Proportion of Variance	0.00814	0.0077	0.00703	0.00656	0.00615	0.00549	0.00502	0.00493	0.00464	0.00432	0.00419	
Cumulative Proportion	0.90706	0.9148	0.92180	0.92836	0.93451	0.94000	0.94502	0.94994	0.95459	0.95891	0.96310	
	PC35	PC36	PC37	PC38	PC39	PC40	PC41	PC42	PC43	PC44	PC45	PC46
Standard deviation	0.51925	0.5122	0.4972	0.47250	0.44823	0.4332	0.4066	0.37940	0.3778	0.36190	0.34332	0.31767
Proportion of Variance	0.00359	0.0035	0.0033	0.00298	0.00268	0.0025	0.0022	0.00192	0.0019	0.00175	0.00157	0.00135
Cumulative Proportion	0.96669	0.9702	0.9735	0.97646	0.97914	0.9817	0.9839	0.98577	0.9877	0.98942	0.99099	0.99234
	PC47	PC48	PC49	PC50	PC51	PC52	PC53	PC54	PC55	PC56	PC57	PC58
Standard deviation	0.29588	0.27235	0.26662	0.24574	0.21925	0.2118	0.20770	0.1937	0.18020	0.1721	0.13778	0.11033
Proportion of Variance	0.00117	0.00099	0.00095	0.00081	0.00064	0.0006	0.00058	0.0005	0.00043	0.0004	0.00025	0.00016
Cumulative Proportion	0.99350	0.99449	0.99544	0.99624	0.99689	0.9975	0.99806	0.9986	0.99899	0.9994	0.99964	0.99980
	PC59	PC60	PC61									
Standard deviation	0.09835	0.07178	2.38e-15									
Proportion of Variance	0.00013	0.00007	0.00e+00									
Cumulative Proportion	0.99993	1.00000	1.00e+00									

El análisis sugiere que al representar las observaciones de los indicadores de aprendizaje agrupados en tres categorías: institución, docente y alumnos, se observa una agrupación con outliers en los datos. Sin embargo, se destaca que la categoría de docentes muestra una regresión lineal más pronunciada en comparación con las otras dos categorías (Figura 29).

Figura 29

Diagrama de dispersión de componentes

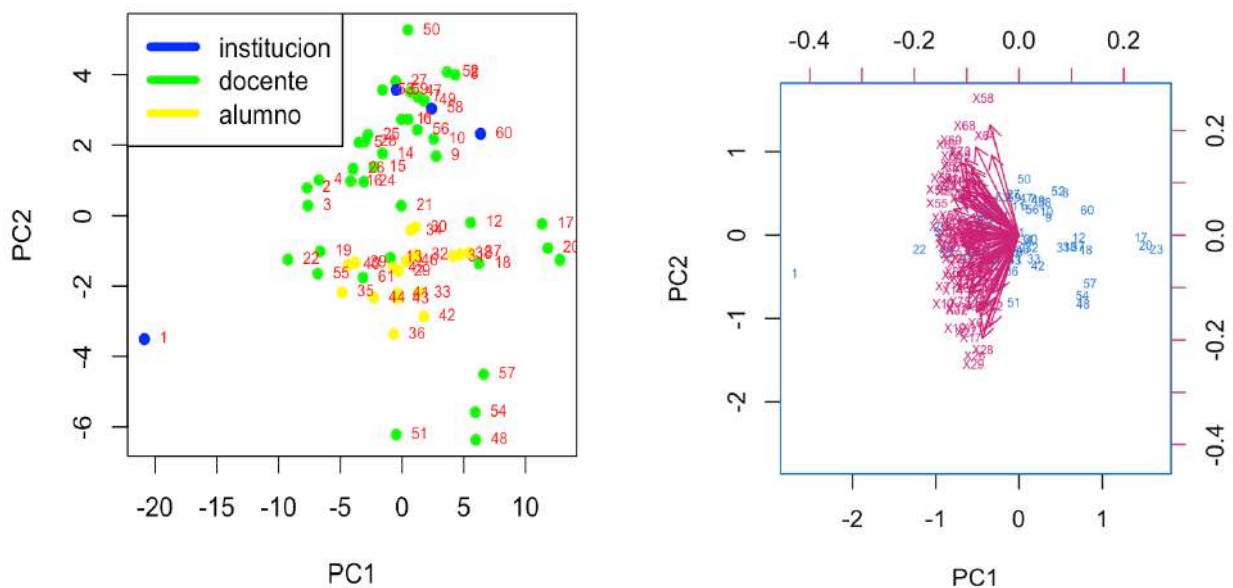


Esto podría interpretarse como que, en general, los indicadores de aprendizaje relacionados con los docentes tienden a mostrar una relación más lineal y

coherente, mientras que en las otras categorías los datos pueden ser más dispersos y menos predictivos.

Realizando una comparación entre la dispersión de los datos y el biplot se revela que la dirección de los vectores asociados a los estudiantes está cargada hacia las variables de los docentes (Figura 30), lo que sugiere una posible relación entre los indicadores de aprendizaje de los estudiantes y el desempeño o características de los docentes.

Figura 30
Comparación de componentes

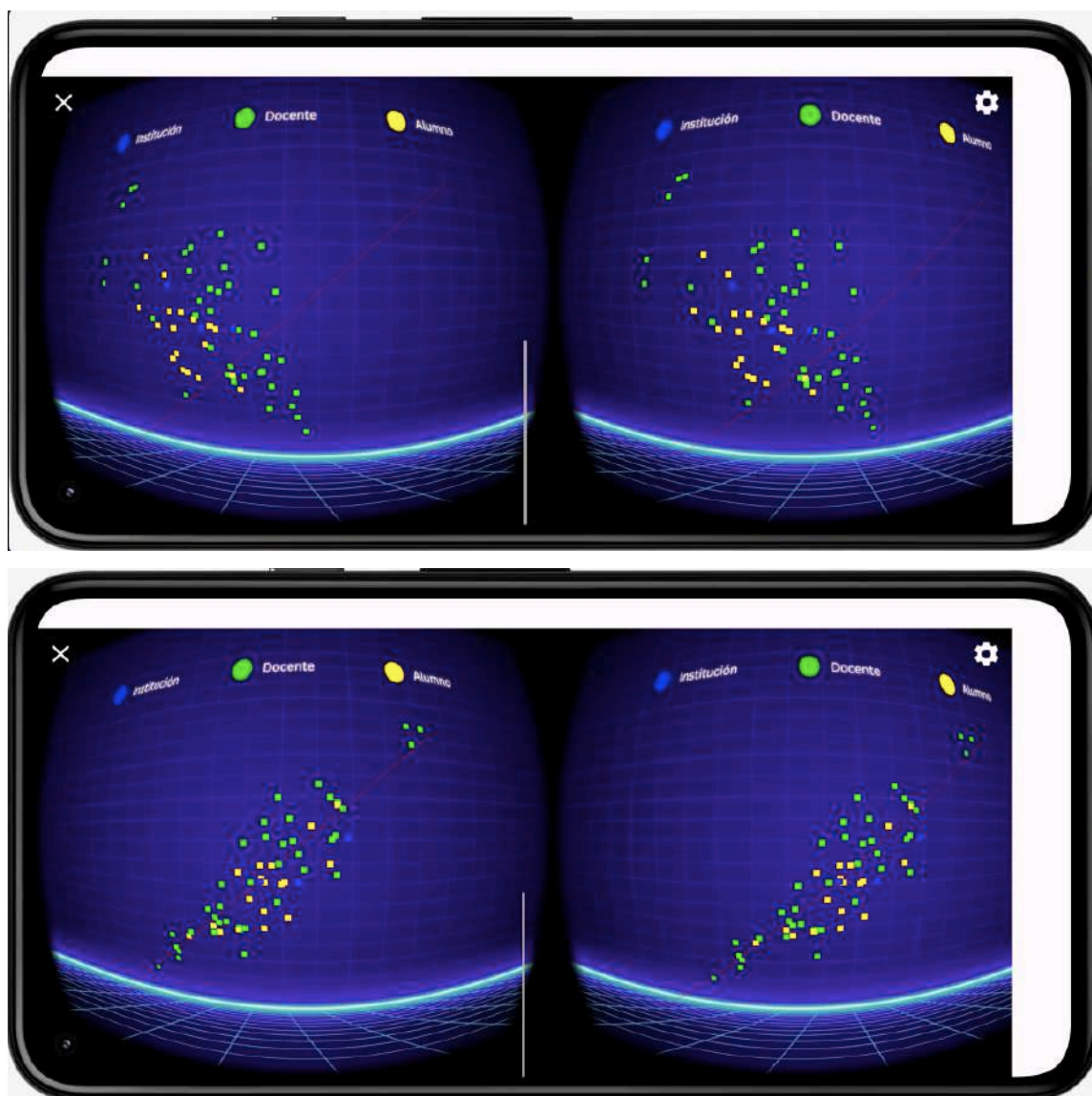


Esta observación podría interpretarse como que las variables de los docentes tienen una influencia significativa en los indicadores de aprendizaje de los estudiantes, por ejemplo, factores como la calidad de la enseñanza, las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes, su capacitación, sus rasgos psicosociales y experiencia, entre otros, pueden influir en el rendimiento académico y el aprendizaje de los estudiantes.

Al visualizar los datos en realidad virtual, se pudo comprobar y rectificar la afirmación de que los factores docentes tienen un impacto en los estudiantes (Figura 31). La visualización tridimensional permitió una comprensión más profunda de cómo estas variables se relacionan entre sí en un espacio multidimensional, brindando una perspectiva más completa sobre el impacto de los factores docentes en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Figura 31

Visualización factores en VR



El análisis de los datos generales indica que la categoría “Docente” es la que ejerce una mayor influencia en los indicadores de aprendizaje de los estudiantes de NMS, al profundizar en los factores específicos, se identifican varios elementos clave que impactan directamente en el rendimiento académico de los estudiantes, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Factores que impactan en el rendimiento académico de las matemáticas en el NMS

Categoría	Factor	Variable
Docentes	Capacitación	Actualización
	Psicosociales	Desinterés
	Psicosociales	Vocación/Compromiso
	Herramientas	Herramientas tecnológicas
	Herramientas	Didácticas
	Psicosociales	Asertividad
	Psicosociales	Empatía
Alumnos	Condiciones emocionales y afectivas	Interés
	Condiciones emocionales y afectivas	Apatía
	Condiciones emocionales y afectivas	Creencias
	Condiciones emocionales y afectivas	Angustia
	Hábitos de estudio	Horas de estudio
	Hábitos de estudio	Toma de notas

Dentro de la categoría docentes, los factores más influyentes son la actualización, que aseguran que los profesores estén al tanto de las nuevas metodologías y tecnologías educativas. En los aspectos psicosociales, se destacan el desinterés, la vocación y compromiso, así como habilidades interpersonales como la asertividad y la empatía, que juegan un papel crucial en la dinámica docente-alumno. Asimismo,

el uso de herramientas tecnológicas y didácticas se señala como un factor importante en la mejora del proceso de enseñanza.

Por otro lado, en la categoría de alumnos, los factores relacionados con las condiciones emocionales y afectivas, como el interés, la apatía, las creencias y la angustia, también ejercen una influencia considerable en su rendimiento, además, los hábitos de estudio, específicamente el tiempo dedicado a estudiar y la toma de notas, son variables que inciden directamente en los indicadores de aprendizaje.

La interrelación entre los factores psicosociales, las herramientas tecnológicas y didácticas de los docentes, junto con las condiciones emocionales y los hábitos de estudio de los alumnos, conforman un conjunto complejo de variables que determinan el éxito académico en matemáticas a NMS.

VII. DISCUSIÓN

Dentro de esta sección se lleva a cabo un análisis y discusiones de los resultados obtenidos durante el proceso de esta investigación, aquí se toman en cuenta el cumplimiento de los objetivos propuestos, así como la hipótesis con relación a los factores que más influyen en el bajo rendimiento de las matemáticas en estudiantes el NMS, por último, se agrega un apartado destinado a las conclusiones derivadas de este trabajo.

7.1 Discusiones

Uno de los propósitos de esta investigación fue el desarrollar un modelo paramétrico de visualización en realidad virtual que ayuda a los docentes, administrativos y directivos en la identificación de áreas de mejora en matemáticas y con él poder implementar correcciones de mejora para lograr tener una reducción en los índices de reprobación de dicha asignatura del NMS, en ese contexto se evaluaron si los objetivos y las preguntas de investigación dentro del modelo fueron cumplidos con satisfacción por ello que se discutirá sobre estos hitos.

A lo largo de la investigación a través de la metodología IBD y el análisis de los datos fue posible identificar tres principales categorías con sus respectivas variables, las cuales influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, estas fueron denominadas Alumnos, Docentes e Institución.

Aplicando los métodos estadísticos, se encontró que en la categoría de los Alumnos que los hábitos de estudio en su conjunto las horas invertidas a su preparación en matemáticas como las horas destinadas a estudiar la asignatura son variables que ejercen una influencia moderada en el desempeño que obtienen los estudiantes, por otro lado se observaron aspectos que son poco considerados pero que ejercen una mayor influencia, los cuales son representados como las condiciones

emocionales y afectivas en concreto fueron las creencias, el interés, la apatía y la angustia presentada hacia las matemáticas, las cuales son determinantes para el éxito o fracaso de los estudiantes.

Con respecto a la categoría de docentes se encontró que las variables psicosociales en específico la empatía, desinterés, vocación/compromiso y asertividad, así como las herramientas (tanto tecnológicas como didácticas) presentan una gran influencia en el rendimiento de los estudiantes en matemáticas, lo cual concuerda con previas investigaciones que destacan la importancia de que se tenga una buena y positiva relación entre estudiantes y el docente para lograr un aprendizaje efectivo, según el autor Hattie (2009) encontró que el impacto de los docentes en cuanto al aprendizaje es mucho mayor que los factores externos como podrían ser el ambiente familiar o social en el que los estudiantes se desarrollan, lo cual respalda los hallazgos de esta investigación.

Dentro de la categoría Institución se tomó en cuenta el currículum y el acompañamiento que el centro educativo brinda a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje en matemáticas, aquí se observó que a pesar de sí contar con programas específicos como las tutorías estos no son percibidos como eficaces y es necesario la implementación de programas que cumplan con su objetivo y ayuden a realmente prevenir la reprobación en matemáticas.

Aplicando PCA a los datos por medio de la aplicación VR MATH se pudo confirmar que efectivamente el factor que más influye en los índices de reprobación en matemáticas es el factor Docentes validando con ello la hipótesis propuesta, con respecto al objetivo general propuesto en esta investigación es respaldado por el modelo paramétrico de VR que se encuentra integrado en la app, el cual ayudó a los directivos y docentes a observar de manera visual e interactiva el comportamiento de las variables para con ello poder tomar decisiones de mejora de una manera informada y respaldada por evidencia así como efectuar intervenciones oportunas.

Otro hallazgo encontrado en el análisis cualitativo de las entrevistas hechas a los docentes fue que la manera de detectar a los estudiantes en riesgo de reprobar es mediante las evaluaciones diagnósticas que tienen a ser superficiales y no personalizadas tomando en cuenta solo factores que implican el conocimiento de la materia dejando fuera aquellos aspectos psicosociales que podrían estar influyendo en su rendimiento.

El modelo propuesto demostró ser una herramienta útil para mejorar estos mecanismos de identificación de indicadores de aprendizaje en matemáticas al integrar diversos aspectos que deben ser considerados y que son determinantes en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

7.1.2 Evaluación de los Objetivos

El modelo paramétrico de visualización en VR cumplió satisfactoriamente con el objetivo general, el cual tenía como propósito que los docentes, directivos y administrativos pudieran de una manera más innovadora poder visualizar y analizar las áreas de mejora en matemáticas y con ello poder facilitar la toma de decisiones.

Haciendo referencia a los objetivos específicos se puede decir que cada uno de ellos se cumplió puesto que el modelo fue estructurado a partir de categorías de factores, se identificaron los indicadores clave y posteriormente se tuvo una evaluación del comportamiento de estos indicadores, dicho modelo permitió tanto la visualización como la discriminación de parámetros relevantes en la reprobación de las matemáticas.

En términos generales, la investigación ha cumplido a cabalidad con cada uno de los objetivos que fueron planteados desde un inicio ya que se identificaron los factores que influyen en la reprobación de las matemáticas, se evaluó la efectividad de los mecanismos del NMS para prevenir el fracaso en dicha asignatura y se logró

confirmar la importancia del papel de los docentes al momento de medir el rendimiento académico de sus estudiantes.

Cabe destacar que los resultados también muestran áreas de oportunidad en cuanto a la necesidad de mejorar la capacitación que se les está brindando a los docentes, así como la implementación de programas de acompañamiento para los estudiantes que sean más efectivos y aminoren el riesgo de fracaso, estos hallazgos promocionan un marco sólido para futuras mejoras y/o intervenciones en el NMS con la finalidad de reducir de manera considerable los índices de reprobación y a su vez poder mejorar el aprendizaje de las matemáticas.

7.2 Conclusión

Gracias a los resultados obtenidos se puede confirmar la hipótesis inicial, la cual afirma que la visualización de indicadores mediante un modelo paramétrico en Realidad Virtual es una herramienta útil para identificar áreas de mejora en la enseñanza de matemáticas destacando a los docentes como un factor clave.

Este estudio en particular demostró que los factores relacionados con los docentes como son la actualización y aspectos psicosociales específicamente empatía, vocación/compromiso y asertividad son los aspectos que más ejercen influencia en el rendimiento de los estudiantes de NMS en matemáticas, lo cual es contrastado con lo que afirmó Darling-Hammond (2017), que para tener una enseñanza efectiva son fundamentales las capacitaciones y características propias del docente, con respecto al uso de herramientas, las cuales según también ejercen una influencia en el aprendizaje, estudios en dicha línea como el de Kulik (2003) también señalan la importancia de integrar la tecnología para mejorar el aprendizaje.

Los resultados fueron reafirmados por medio del uso de la técnica de PCA, la cual también identificó al factor docentes como el más determinante en el rendimiento

en matemáticas de los estudiantes del NMS, esto está alineado con diversas investigaciones previas, los autores Shute y Becker (2010) afirmaron que la intervención del docente puede reducir considerablemente los índices de fracaso escolar, sin embargo, los autores Day y Gu (2014) señalaron que aparte de la influencia de los docentes también la motivación y el desarrollo emocional de los estudiantes son claves determinantes para el fracaso.

Según Zhao y colaboradores (2014) las herramientas de visualización que son interactivas tienden a ser útiles para el análisis de datos que suelen ser complejos y ayudan a la toma de decisiones en contextos educativos, lo cual se vio reafirmado a través del uso del modelo paramétrico de visualización en VR puesto que ayudó a la comprensión de las relaciones de las variables de los docentes, alumnos e institución que influyen en el rendimiento de las matemáticas así como las áreas que necesitan una intervención inmediata.

Esta investigación evidencia que la aplicación del modelo ofrece una nueva e innovadora perspectiva para los docentes, administradores y directivos tanto de visualizar datos por medio de la VR como para tomar decisiones informadas y sustentadas en los datos, sin embargo, se recomienda seguir explorando la aplicación desarrollada en diversos contextos, instituciones y por qué no en diferentes materias, así como seguir profundizando en el análisis de los tres factores, como sugiere el autor Fullan (2011) las reformas educativas que son exitosas es porque atienden las prácticas docentes, las dinámicas emocionales y sociales de todos los actores involucrados.

Referencias bibliográficas

- Achinstein, P. (1967) Problemas científicos y tecnológicos. *Los modelos teóricos*. Suplementos III/8 México: UNAM.
- Aguilera, R. (2000) Modelo Querétaro: CIIDET, *Maestría en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias*.
- Alonso, C. M., Gallego, D. J., & Honey, P. (2020). *Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora* (7a ed.). Ediciones Mensajero.
- Álvarez-Rodríguez, L. (2020). Fomento de la resolución de problemas en la enseñanza de las Matemáticas. *Revista Internacional de Investigación en Educación Matemática*, 12(1), 35-48.
- Anderson, J., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25.
- Aukstalkanis, S. y Blatner, D. (1993). El espejismo de silicio. Arte y ciencia de la realidad virtual, *PáginaUnoEdit.*, Barcelona, 1-282. (Tít.orig.: Silicon Mirage. The art of Science of Virtual Reality, Peachpit Press, Berkeley, 1992).
- Ayala-Espinoza, J.G., Lara-Freire, M.L., López-Cárdenas, F.E., & Lara-Freire, M.A. (2021). Factores determinantes que influyen en el aprendizaje matemático en estudiantes de Primer Año de Bachillerato de la Unidad Educativa “Carlos Cisneros”. *Dominios de las Ciencias*, 7(3), 513-527.
- Ballesteros Abellán, E. (2018). *Entorno de realidad virtual para la visualización de datos de un robot social*.
- Barros, W., Clavijo, A. & García, Y. (2018). Factores que intervinieron en la reprobación de la asignatura matemáticas en la educación básica superior del período lectivo 2014-2015 de la Unidad Educativa Eloy Alfaro en la ciudad de Quevedo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 177–188.
- Benítez, A., Ibarra, & Carrazco, A. (2015). Análisis del aprendizaje matemático a nivel medio superior: caso CECYTEN en Tepic, Nayarit. México. *Universidad Autónoma de Nayarit*, 1–8.

- Benítez Corona, L., & Martínez Rodríguez, R. D. C. (2023). La resiliencia matemática en estudiantes de un bachillerato rural. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 53(1), 179-200.
- Bernal Álava, Á. F., Cevallos Villamar, J. D., Guerrero Vallejo, J. L., Cedeño Cedeño, G. A., Goyes Robalino, A. P. & Peñafiel Moncayo, R. (2019). El Diseño Curricular y La Didáctica, Ejes Fundamentales En La Educación Superior Contemporánea. Área de Innovación y Desarrollo, S.L.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Boqué, R., & Ferré, J. (2004). Análisis de componentes principales aplicado a la representación de datos multidimensionales. *Técnicas de Laboratorio-Barcelona*, 214-219.
- Caballero Jiménez, F., & Espínola Reyna, J. G. (2016). El rechazo al aprendizaje de las matemáticas a causa de la violencia en el bachillerato tecnológico. *Ra Ximhai*, vol. 12, núm. 3, 143-161.
- Cáceres, M., Moreno, J., & León, J. L. (2020). Reflexiones y perspectivas sobre la evaluación de los aprendizajes de matemáticas en la educación media superior mexicana. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 29, 287-313.
- Cantoral, R. (2001). Enseñanza de la matemática en la educación superior. *Revista Electrónica Sinéctica*, (19), 3-27. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente Jalisco, México.
- Caracheo, F. (2002). Modelo educativo (propuesta de diseño), Dirección General de Institutos Tecnológicos. *Coordinación Sectorial de Normatividad Académica*. México: CIDET.
- Carballo Aguilar, O. A. (2016). Cuáles son los principales factores en la reprobación en matemáticas, nivel bachillerato: Caso de Estudio en la Escuela Preparatoria Lázaro Cárdenas del Río, Municipio de las Margaritas, Chiapas. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, ISSN 2007-8412.

- Castañeda Gonzalez, A., & Alvarez Tostado Uribe, M. d. (2004). La reprobación en Matemáticas. Dos experiencias. *Tiempo de Educar*, vol. 5, núm. 9, enero-junio, 141-172.
- Catillo Sanchez, M., Gamboa Araya, R., & Hidalgo Mora, R. (2020). Factores que influyen en la deserción y reprobación de estudiantes de un curso universitario de matemáticas. *Uniciencia*, vol. 34, núm. 1.
- Cedillo, T. (2008). El aula de matemáticas. Un rico ámbito de estudio para el desarrollo profesional de los profesores en servicio. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 13, Núm. 36 pp. 35-58
- Ceron Ferrer, E., & Hernández, U. A. (2007). El conocimiento y manejo de las matemáticas en estudiantes de educación media superior. *Política y Cultura*, núm. 27, primavera, 167-193.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning (4th ed.). Wiley.
- Colín Uribe, M. P., Martínez-Sierra, G., & de la Cruz Hernández, M. (2010). ¿Qué competencias matemáticas específicas desarrolla el IPN en el NMS?: El caso de la Unidad de Aprendizaje ÁLGEBRA. *V Congreso Internacional de Innovación Educativa*, 90–94.
- Cordeiro, G. M., & Neto, E. D. A. L. (2004). *Modelos paramétricos*. Pernambuco: UFRPE.
- Corona, V., Reyes, S., Martinez, S. y Rivas, C. (2016). Estrategias para la disminución de los índices de reprobación en el Instituto Tecnológico de Pachuca. *Revista de Sistemas y Gestión Educativa*, 3(9), 62–69.
- Crespo, R.; Riestra, E.; Gánem, R.; Cárdenas, D. (2013). “Realidad Virtual como herramienta para aprendizaje inmersivo en ingeniería”. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México. Disponible en: <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/621360>

- Darling-Hammond, L. (2017). Teacher education around the world: What can we learn from international practice? *European Journal of Teacher Education*, 40(3), 291-309.
- Day, C., & Gu, Q. (2014). *Resilient teachers, resilient schools: Building and sustaining quality in testing times*. Routledge.
- de Benito Crosetti, B. & Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE)*, (0), 44–59.
- del Puerto, S. M., Minnaard, C. L. y Seminara, S. A. (2004). Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1–13.
- Domínguez Campos, D. (2018). *Interacciones comunicativas y relaciones profesor-estudiantes en la clase de matemáticas del nivel medio superior* (Tesis de maestría). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Economista, P. E. (10 de Agosto de 2021). *El economista*. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/capitalhumano/Por-que-le-tememos-a-las-matematicas-y-como-afecta-nuestro-futuro-evitarlas-20210809-0116.html>
- Espinosa, D. (2008). La formación matemática en la educación superior. *El Hombre y la Máquina*, núm. 31, julio-diciembre, 52-63.
- Fernández Carreira, C. (2013). *Principales dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas. Pautas para maestros de Educación Primaria*. [Trabajo de grado no publicado]. Universidad Internacional de La Rioja Facultad de Educación.
- Flores, P. (2003). *Aprendizaje en matemáticas*. Extraído de: <http://www.ugr.es/~pflores/textos/cLASES/CAP/APRENDI.pdf>.
- Flórez, O. (1999), *Hacia una pedagogía del conocimiento*. Colombia Mc.Graw Hill.
- Flores Ibarra, D., Medina Flores, B., Peralta González Rubio, D. M., & Rodríguez González, C. (2013). Las emociones y su impacto en el aprendizaje de las matemáticas. *Actas del VII CIBEM*, 2747-2755.

- Flores Samaniego, A. H. (2013). Pedagogía matemática: Vinculación entre los niveles medio y superior. *En Memorias del IX Congreso Venezolano de Educación Matemática*, 63-76. ISBN: 978-980-7464-17-8.
- Flores Samaniego, A. H., & Gómez Reyes, A. (2009). Aprender Matemática, Haciendo Matemática: la evaluación en el aula. *Educación Matemática*, 21(2), 117-142.
- Frade, L. (2009). *Desarrollo de competencias en educación: desde preescolar hasta bachillerato*. México: Inteligencia Educativa.
- Fullan, M. (2011). *The moral imperative realized*. Corwin Press.
- Gago, H. (1999) *Modelos de sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje*, México, Trillas.
- García, L. (2020). "La evaluación de docentes en el Nivel Medio Superior: Perspectivas y desafíos". *Revista Mexicana de Educación*, 15(2), 45-58.
- García Angeles, L., & Estrada Esquivel, A. L. (2014). Factores que influyen en la motivación para aprender matemáticas en estudiantes de una Preparatoria de la Universidad Autónoma de Nayarit. *Repositorio Institucional ARAMARA*, 64-79.
- García-Martínez, M. (2017). La vinculación de las Matemáticas con la vida cotidiana en la enseñanza secundaria. *Revista de Educación y Desarrollo*, 25, 85-97.
- González, A. (2020). "El conocimiento especializado en la enseñanza de las matemáticas en el Nivel Medio Superior". *Revista de Educación Matemática*, 25(1), 45-60.
- González, R. (2005). Un modelo explicativo del interés hacia las matemáticas de las y los estudiantes de secundaria. *Educación matemática*, Vol. 17, número 1. Santillana, D. F. México. Pp.107-128
- Gómez, R. (2022). "Desafíos y reflexiones en la evaluación docente en México". *Revista de Educación Superior*, 40(2), 85-96.
- Gómez-Chacón, I. (2019). El papel del conocimiento de Matemáticas en la enseñanza de la asignatura. *Revista de Investigación en Educación Matemática*, 7(2), 125-138.

- Guerrero, E.; Blanco, L.J. & Castro, F. (2001). Trastornos emocionales ante la educación matemática. En García, J.N. (Coor.), *Aplicaciones de Intervención Psicopedagógica*. Pirámide, 229-237.
- Guerrero, E., Blanco, L. J., López, M., Caballero, A., Gil, N., & Espejo, E. (2009). La integración de la dimensión afectiva-emocional en el aprendizaje de las matemáticas. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 207-215.
- Gutiérrez-Barba, B. E., & Guajardo-Espinoza, J. M. 20218 ¿Hacia dónde cambiará la Escuela? Los paradigmas de innovación educativa entre maestros en formación. *Memorias de la Octava Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética (CICIC 2018)*, 68-73.
- Gutierrez-Guillen, E. S., Chaparro-Sanchez, R., & Soto-Bañuelos, E. (2023). Revisión Sistemática de las Matemáticas en el NMS y el Uso de la Tecnología para Mejora en los Índices de Reprobación. En N. Callaos, J. Horne, E. F. Ruiz-Ledesma, B. Sánchez, & A. Tremante (Eds.), *Memorias de la Décima Tercera Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética: CICIC 2023* (pp. 61-65). International Institute of Informatics and Cybernetics. <https://doi.org/10.54808/CICIC2023.01.61>
- Gutiérrez-Pulido, H., Aguiar-Barrera, M. E., Gutiérrez-González, P., & Garibay-López, C. (2015). Resultados en matemáticas en enseñanza media superior: ENLACE Jalisco y factores asociados. *Revista de Educación y Desarrollo*, 35, 12-34.
- Gutiérrez Guillén, E. (2017). Towards a virtual reality mobile App for exploratory data navigation in data mining education (Proyecto Final de Màster Oficial). *Universitat Politècnica de Catalunya*. Acceso abierto.
- Guzmán, M. d. (1997). Matemáticas y Sociedad: acortando distancias. *Revista de didáctica de las matemáticas*, 3-11.
- Hattie, J. (2017). Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge.

- Hernández, R. (2022). "Fomento de la participación y el pensamiento crítico en docentes de matemáticas en el Nivel Medio Superior". *Journal of Professional Development in Mathematics*, 42(1), 115-130.
- Herrera Sánchez, S. d. C., Novelo Sánchez, S. d. C., Díaz Perera, J. J. y Hernández Pérez, H. (2016). Estrategias de enseñanza para las matemáticas en el nivel superior. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 1–12.
- Hirsch, A. y Navia, C. (2018). Ética de la investigación y formadores de docentes. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(3), 1–10.
- Ibarra, L., Fonseca, C. y Anzures, E. (2017). ¿Por qué se van de la escuela? Estudio de caso. En M. Estrada (Coord). *Abandono Escolar en la Educación Media Superior de México, Políticas, Actores y Análisis de casos*. (pp. 101-128). México: Universidad de Guanajuato.
- INEE. (2019). Informe De Resultados Planea Ems 2017. El Aprendizaje De Los Alumnos De Educación Media Superior En México. Lenguaje Y Comunicación Y Matemáticas. *Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación*, 1–196.
- Inzunza Cazares, S., & Rocha Ruiz, E. (2021). Los datos y el azar en el currículo de educación básica y bachillerato: reflexiones desde la perspectiva internacional. *Diálogos Sobre Educación*, 23, 1-13.
- Jofré Araya, G. J. (2009). Competencias Profesionales De Los Docentes De Enseñanza Media De Chile. *Un Análisis Desde Las Percepciones De Los Implicados* (pp. 1–429) [Tesis doctoral].
- Kulik, J. A. (2003). *Effects of using instructional technology in elementary and secondary schools: What controlled evaluation studies say*. SRI International.
- Lai, K. W., & Bower, M. (2019). How digital technologies can support students' collaboration in learning: A review of the evidence. *Educational Technology & Society*, 22(4), 136-148.
- Landero, J. (2012). Deserción en la educación media superior en México. (Proyecto de investigación aplicada). Tecnológico de Monterrey, Ciudad de México.

- Lever, C. O. (2020). A conquista da aprendizagem em matemática: matéria pendente na agenda de políticas educacionais do México, para o ensino secundário superior. *Revista on Line de Política E Gestão Educacional*, 24(esp. 2), 995–1014.
- Levis, D., Mateus, S., & Giraldo, JE. (2012). Diseño de un modelo 3D del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid con Realidad Virtual. *Scielo*.
- Londoño Vásquez, L. , Rojas López, M. (2020). De los juegos a la gamificación: propuesta de un modelo integrado. *Educación y educadores*.
- López, J. (2021). "Vinculación con la aplicación práctica en la enseñanza de matemáticas en el Nivel Medio Superior". *Journal of Mathematical Education*, 40(3), 85-100.
- López Beltrán, M., Albarracín Gordo, L., Ferrando Palomares, I., Montejo Gámez, J., Ramos Alonso, P., Serradó Bayés, A., Thibaut Tadeo, E. & Mallavibarrena, R. (2020). La Educación Matemática En Las Enseñanzas Obligatorias y El Bachillerato. En Libro Blanco de las Matemáticas (pp. 1–156). Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.
- López-Serrano Oliver, Y. (2019). *Educación emocional en matemáticas* (Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional, especialidad: matemáticas). Universidad Politécnica de Madrid, 1-119.
- Lozano, A. (2001). *Las diferencias individuales y los estilos. En Estilos de aprendizaje y enseñanza*. Panorama de la estilística educativa (pp. 13-26). México: Trillas.
- Lozano, A. (2005). *El éxito en la enseñanza. Aspectos didácticos en las facetas del profesor*. México: Trillas.
- Lozano Treviño, D. F. (2021). Relación entre el desempeño del docente de matemáticas y el rendimiento académico: caso de estudio de un colegio militarizado. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23), 1–48.

- Lozano Treviño, D. & Maldonado, L. (2021). Relación entre el desempeño del docente de matemáticas y el rendimiento académico: caso de estudio de un colegio militarizado. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23), 1–48.
- Lutovac, S. (2019). Pre-service mathematics teachers' narrated failure: Stories of T resilience. *Elsevier International Journal of Educational Research*, 237-244.
- Marotta, F., Addati, G. A.; Montes de Oca, J. A. (2020). Simulaciones con realidad inmersiva, semi inmersiva y no inmersiva, Serie Documentos de Trabajo, No. 740, Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina (UCEMA), Buenos Aires
- Martínez, A., & Kak, A. (2001). PCA versus LDA. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 23, 228-233. <https://doi.org/10.1109/34.908974>.
- Martínez, J. (2021). "Instrumentos y métodos de evaluación docente en el contexto mexicano". *Revista de Investigación Educativa*, 30(3), 109-124.
- Martínez, G., Guevara, A. & Valles, M. (2016). El desempeño docente y la calidad educativa. *Ra Ximhail*. 12(2). 123-134. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46148194007.pdf>.
- Martínez Godínez, V. L. (2013). Paradigmas de investigación. Manual multimedia para el desarrollo de trabajos de investigación. Una investigación desde la epistemología dialéctico-crítica.
- Martínez Ruiz, X. & Camarena Gallardo, P. (2015). Educación matemática en México: investigación y práctica docente. *La educación matemática en el siglo XXI* (pp. 191-216). Instituto Politécnico Nacional.
- Martínez-Sierra, J., & Sánchez-Matamoros, G. (2019). Uso de tecnología educativa en la enseñanza de Matemáticas. *Revista de Tecnología Educativa*, 18(2), 105-120.
- Medina Ibarra, A. M. (2018). Estilos de aprendizaje y hábitos para el estudio. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

- Mejia Perez, O. (2014). La importancia de la examinación en matemáticas: un enfoque sistémico. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 39-72.
- Melo Macias, C. A. (2020). *Caracterización de las prácticas de enseñanza de matemáticas en el plantel CECYTE El Florido en Tijuana, B.C.* [Tesis doctoral no publicada]. Centro De Enseñanza Técnica y Superior.
- Mena Castillo, P. J. (2013). Competencias de los docentes de Matemática según criterio estudiantil. *Congreso de Educación Matemática En América Central Y El Caribe*, 1–13.
- Mendoza Torres, A. (2003). *Evaluación del desempeño docente en el área de matemáticas modulo I en la Preparatoria N. 2 de la Universidad Autónoma de Nuevo León* (pp. 1–128) [Tesis de grado].
- Minte Münzenmayer, A., Sepúlveda Obreque, A., Díaz-Levicoy, D. & Payahuala Vera, H. (2020). Aprender matemática: dificultades desde la perspectiva de los estudiantes de Educación Básica y Media. *Espacios*, 41(09), 30.
- Morales Rocha, M. M. (2001). *La Enseñanza De Las Matematicas A Traves De La Resolucion De Problemas En El Contexto* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Neumann, M., & Hood, M. (2019). Using technology to support faculty evaluation of teaching. *Journal of Faculty Development*, 33(3), 71-79.
- OECD, O. f.-o. (2013). Resumen de los resultados de México en la evaluación 2012 de PISA. *Publicación OECD*, 5.
- OECD (2023), PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, *OECD Publishing*, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Ortega Rodríguez, P. J. (2023). Factores asociados al rendimiento en matemáticas de estudiantes españoles en educación primaria. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 21(3), 175-191. <https://doi.org/10.15366/reice2023.21.3.010>

- Owusu-Ansah, S., & Larson, E. B. (2020). Technology use in educational leadership preparation programs: Examining the roles of collaboration and technical support. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1667-1692.
- Paz Maldonado, E. J. (2018). La Ética En La Investigación Educativa. *Ciencias Pedagógicas e Innovación UPSE*, 6(1), 45–51.
- Pearson, K. (1901). Liii. on lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine*, 6(2), 559–572.
- Penuel, W. R., & Gallagher, D. J. (2017). *Creating research–practice partnerships in education*. Harvard Education Press.
- Pérez, M. (2019). "Consideraciones contextuales en la evaluación docente en México". *Educación y Sociedad*, 38(4), 75-90.
- Pérez-Rodríguez, J. (2018). Flexibilidad y adaptabilidad del docente en el aula de Matemáticas. *Investigación en Educación Matemática*, 10(3), 215-228.
- Pérez, S. C., Muñoz, A., Stefanoni, M. E., & Carbonari, D. B. (2021). Realidad virtual, aprendizaje inmersivo y realidad aumentada. In XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja).
- Plomp, T. (2010): *Educational Design Research: An Introduction* En Tjeerd Plomp y Nienke Nieveen (Ed), *An Introduction to Educational Design Research Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai (PR China)*.
- Ramírez, E. (2019). "Adaptabilidad pedagógica en docentes de matemáticas en el Nivel Medio Superior". *Enseñanza de las Ciencias Matemáticas*, 35(2), 75-90.
- Ramírez, E. (2019). "Habilidades pedagógicas en el docente de matemáticas". *Enseñanza de las Ciencias Matemáticas*, 35(2), 75-90.
- Reeves, T. C. (2006). Design research from a technology perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 52-66). Routledge.

- Riego Gaona, M. (2013). Factores Académicos que Explican la Reprobación en Cálculo Diferencial. *Conciencia Tecnológica*, núm. 46, julio-diciembre, 29-35.
- Rodríguez, M. E. (2010). El perfil del docente de matemática: Visión desde la triada matemática-cotidianidad y pedagogía integral. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 10(3), 1-19.
- Rojano Ceballos, M. T. & Solares Rojas, A. (coords.) (2017). Estudio comparativo de la propuesta curricular de matemáticas en la educación obligatoria en México y otros países. México: INEE-CINVESTAV.
- Ruiz Ahmed, Y. M. (2010). Estilos De Aprendizaje En El Aula. Revista digital para profesionales de la enseñanza, (8), 1–7.
- Sáenz Sánchez, B. K. (2013). Aprovechamiento matemático: desde la perspectiva de género del alumno y el trabajo del docente de quinto grado de la escuela primaria pública de la ciudad de Chihuahua (Tesis de maestría, Maestría en Educación). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Sancho, J. V., Ochoa, B. M., & Domínguez, J. C. (2014). Aproximación a una taxonomía de la visualización de datos. *Revista Latina de Comunicación Social*, (69), 486-507.
- Sarmiento Santana, M. (2007). *Enseñanza y Aprendizaje. En La Enseñanza De Las Matemáticas y Las Ntic. Una Estrategia De Formación Permanente.* (pp. 32–172). Universitat Rovira I Virgili.
- Secretaría de Educación Pública (2019). *La Nueva Escuela Mexicana: principios y orientaciones pedagógicas.*
- SEP. (2009). Plan y programas de estudio 2009. México: SEP.
- SEP. (2018). Progresiones de Aprendizaje del Recurso Sociocognitivo de Pensamiento Matemático. *Secretaría de Educación Pública*, 1–62.
- SEP. (2022). Evaluación Diagnóstica al Ingreso a la Educación Media Superior. *Secretaría de Educación Pública*, 1–67.
- Shneiderman, B. (1996). The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations. *En Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages*, 336-343.

- Shute, V. J., & Becker, B. J. (2010). *Innovative assessment for the 21st century: Supporting educational needs*. Springer.
- Schuster, A., Puente, M., Andrada, O., & Maiza, M. (2013). Paradigmas de investigación educativa. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, 4(2), 109-123.
- Soler Rodríguez, G., Duardo Monteagudo, C., & Puig Reyes, N. (2013). Factores educativos que inciden en el aprendizaje de los contenidos matemáticos en la Universidad de Ciencias Pedagógicas “Félix Varela Morales”. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 11(4), 129-153.
- Sotolongo, G., Guzmán, M. V., & Carrillo, H. (2002). ViBlioSOM: Visualización de información bibliométrica mediante el mapeo autoorganizado. *Revista española de Documentación Científica*, 25(4). <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2002.v25.i4.281>
- Trelles Zambrano, C. A., Bravo Guerrero, F. E., & Barrazueta Samaniego, J. F. (2017). ¿Cómo Evaluar los Aprendizajes en Matemáticas? *INNOVA Research Journal*, 2(6), 35-51.
- Torres, M. (2018). "Uso de tecnología educativa en docentes de matemáticas en el Nivel Medio Superior". *International Journal of Mathematics Education*, 30(4), 100-115.
- Tufte, E. (2001). *The Visual Display of Quantitative Information* (2nd ed.). Graphics Press.
- UAZ. (Junio de 2022). Compendio de Indicadores Académicos del Nivel Medio Superior Universitario 2021-2022 Contexto Nacional, Estatal e Institucional. Zacatecas, Zacatecas, México.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). Introduction: Design research from a curriculum perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 1-8). Routledge.
- Valdés, R. (2009). *Mapas conceptuales y aprendizaje significativo*. El Cid Editor.

- Valero Sancho, J.L. (2014). La visualización de datos. *Ámbitos: Revista Internacional de Comunicación*, 25, 1-14.
- Vargas, M.M. & Montero, E. (2016). Factores que determinan el rendimiento académico en Matemáticas en el contexto de una universidad tecnológica: aplicación de un Modelo de Ecuaciones Estructurales. *Universitas Psychologica*, 15 (4). <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.upsy15-4.fdra>
- Villalobos Hernández, Ma. M., & García Cruz, M. (2021). El aprendizaje significativo de contenidos matemáticos para nivel medio superior en escenarios educativos virtuales. *Revista Educación Creadora*, 1, 43–53.
- Vera Noriega, J. Á. & Beltrán, S. (2013). Currículo y desempeños de matemáticas en educación media superior. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 18(1), 177-190.
- Zhao, F., Wu, X., & Liu, L. (2014). Visualizing student engagement and performance in online learning environments. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 7(1), 1-13.

Anexos

Diseño del modelo

Categorías o ejes	Criterios	Variables	Valores	
Alumnos	Antecedentes	Aprovechamiento	Promedio general	Decimal
	(Villalobos Hernández & García Cruz, 2021), (Benítez et al., 2015), (Mendoza Torres, 2003), (Mena Castillo, 2013), (Trelles Zambrano, Bravo Guerrero, & Barraqueta Samaniego, 2017) y (Gutiérrez-Pulido et al., 2015)		Promedio Matemáticas	Decimal
		Tipo de secundaria	General	1
			Federal	2
			Técnica	3
			Privada	4
	Formas de aprendizaje	Estilos de aprendizaje	Activos	1
	(Rodríguez, 2010), (Lozano, 2001), (Alonso, Gallego, & Honey, 2020) y (Guerrero et al., 2009).		Reflexivos	2
			Teóricos	3
			Pragmáticos	4
	Condiciones emocionales y afectivas	Interés	Si	1
	(SEP, 2018), (Lozano Treviño y Maldonado, 2021), (Mena Castillo, 2013), (Trelles Zambrano, Bravo Guerrero, & Barraqueta Samaniego, 2017), (Flores Samaniego y Gómez Reyes 2009), (Soler Rodríguez, Duardo Monteagudo, & Puig Reyes, 2013), (Flores Ibarra et al., 2013), (Guerrero et al., 2009), (Guerrero, Blanco, & Castro, 2001) y (López-Serrano Oliver, 2019).		No	2
		Motivación	Si	1
			No	2
		Apatía	Si	1

		No	2
	Pereza	Si	1
		No	2
	Actitud	Positiva	1
		Negativa	2
	Ansiedad	Si	1
		No	2
	Creencias	Positivas	1
		Negativas	2
	Angustia	Si	1
		No	2
	Habilidades Matemáticas	Manejo aritmético	Dominio insuficiente 1
	(SEP, 2018), (INEE, 2019), (Cáceres, Moreno, & León, 2020), (Colín Uribe et al., 2010), (Flores Samaniego, 2013) y (Flores Samaniego y Gómez Reyes 2009).	Operaciones con incógnitas	Dominio básico 2
		Ecuaciones de primero y segundo grado	Domino satisfactorio 3
		Operaciones algebraicas	Dominio satisfactorio 4
		Práctica	Constante 1
	Hábitos de estudio		Nula 2
		Horas de estudio	0 1
			1-2 2

			2-3	3
		Toma de notas	Siempre	1
			Nunca	2
	Prospectiva (UAZ, 2022) y (Mendoza Torres, 2003)	Bachillerato	Físico-matemático	1
			Sociales	2
			Biológicas	3
			Economía	4
		Carrera	Nombre de la carrera	String
			Área perteneciente	String
Docentes	Antecedentes (Cáceres, Moreno, & León, 2020), (Trelles Zambrano, Bravo Guerrero, & Barrazueta Samaniego, 2017) y (Soler Rodríguez, Duardo Monteagudo, & Puig Reyes, 2013)	Docencia	Años de experiencia	Numérico
		Área disciplinar	Nombre de la disciplina	String
		Nivel de estudio	Doctorado	1
			Maestría	2
			Licenciatura	3
	Herramientas (Cantoral, 2001), (SEP, 2022), (Mena Castillo, 2013), (Rodríguez, 2010), (Flores Samaniego, 2013), (Inzunza Cazares & Rocha Ruiz, 2021), (Martínez Ruiz y Camarena Gallardo, 2015) y (Flores Samaniego y Gómez Reyes 2009)	Herramientas tecnológicas	Nombre de la herramienta tecnológica	String
		Herramientas didácticas	Nombre de la herramienta didáctica	String
	Capacitación	Actualización	Disciplinar	String
			Didáctica	String

	(Cantoral, 2001), (Benítez et al., 2015), (Cáceres, Moreno, & León, 2020), (Lozano Treviño y Maldonado, 2021), (Mendoza Torres, 2003), (Jofré Araya, 2009), (Rodríguez, 2010), (Rojano Ceballos & Solares Rojas, 2017), (Flores Samaniego, 2013) y (Soler Rodríguez, Duardo Monteagudo, & Puig Reyes, 2013).		Uso de TIC	String
		Evaluación	Tipo de evaluación	String
			Año de evaluación	Numérico
			Promedio de evaluación	Decimal
	Psicosociales (SEP, 2018), (Cantoral, 2001), (Lozano Treviño y Maldonado, 2021), (Mendoza Torres, 2003), (SEP, 2022), (Rodríguez, 2010), (Trelles Zambrano, Bravo Guerrero, & Barraqueta Samaniego, 2017), (Domínguez Campos, 2018) y (López-Serrano Oliver, 2019).	Empatía	Si	1
			No	2
		Desinterés	Si	1
			No	2
		Vocación /compromiso	Si	1
			No	2
		Comunicación	Si	1
			No	2
		Asertividad	Si	1
			No	2
		Negociación	Si	1
			No	2
		Gestión de conflictos	Si	1
			No	2
Institución	Programas	Currículum	Año de actualización	Numérico
			Año de implementación	Numérico

	(Lever, 2020), (Mendoza Torres, 2003), (Rodríguez, 2010), (Vera Noriega & Beltrán, 2013), (Rojano Ceballos & Solares Rojas, 2017), (Flores Samaniego, 2013), (Inzunza Cazares & Rocha Ruiz, 2021), (Trelles Zambrano, Bravo Guerrero, & Barraqueta Samaniego, 2017), y (Martínez Ruiz y Camarena Gallardo, 2015)			
	Formación docente	Panificación y seguimiento	Curso	String
	(Benítez et al., 2015), (Cáceres, Moreno, & León, 2020), (Lozano Treviño y Maldonado, 2021), (SEP, 2022), (Jofré Araya, 2009), (Rojano Ceballos & Solares Rojas, 2017) y (Flores Samaniego, 2013)		Evaluación docente	Numérico
	Acompañamiento	Programas	Tutoría	1
	(Benítez et al., 2015), (Cáceres, Moreno, & León, 2020), (Rodríguez, 2010), (Ayala-Espinoza, Lara-Freire, López-Cárdenas y Lara-Freire, 2021)		Asesoría	2
			Psicopedagogía	3



Instrumento 1: estudiantes

Cuestionario Alumnos

Estimado(a) estudiante, se está realizando una investigación sobre los factores de reprobación en la materia de Matemáticas en la Unidad Académica Preparatoria Programa I Centro, por lo que tu participación al responder este cuestionario resulta de suma relevancia. Aseguramos la confidencialidad y anonimato de la información que nos compartes.

Datos generales

Edad _____. Marca con una X tu género: Femenino _____ Masculino _____. Semestre: _____. Turno al que asistes: Matutino _____ Vespertino _____. Tipo de secundaria proveniente: Pública _____ Privada _____ Técnica _____ o General _____. Promedio anterior de matemáticas _____.

Indicaciones: contesta por favor con toda honestidad las siguientes preguntas según su frecuencia:

Perspectiva del docente		Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Rara vez	Nunca
1	Demuestra conocimientos de las matemáticas					
2	Demuestra dominio de la materia de matemáticas					
3	Domina ampliamente los contenidos de la materia que imparte					
4	Demuestra habilidades para enseñar matemáticas					
5	Muestra interés por mi aprendizaje					
6	Realiza trabajos extraescolares que facilitan mi aprendizaje					
7	Me motiva para que aprenda matemáticas					
8	Realiza diversas estrategias para que aprenda los contenidos de la materia					
9	Utiliza materiales que facilitan mi aprendizaje					
10	Atiende mis dudas y dificultades para aprender la materia					
11	Muestra ejemplos de la vida cotidiana respecto a la aplicación de las matemáticas					
12	Revisa los ejercicios indicándome los errores que cometo					
13	Las explicaciones ofrecidas por el profesor/a sí me permiten entender los contenidos de la materia					

14	Insiste en que aprenda los contenidos de la materia					
15	Suele ser metódico y cumple con las reglas y requisitos que implementa					
16	Utiliza videos o tutoriales para la explicación de los temas					
17	Asigna ejercicios para resolverlos de manera grupal					
18	Asigna ejercicios para resolverlos de manera individual					
19	Asigna proyectos de trabajo en equipo					
20	Expone en el pizarrón o emplea presentaciones del material en formato electrónico					
21	Asigna trabajo en el libro, cuadernillo o manual de la materia					
22	Asigna exposiciones (individuales o en equipo)					
23	Dedica suficiente tiempo para explicar o exponer el tema en cada clase.					
24	Trabaja de menor a mayor grado de complejidad					
25	Permite la participación de los alumnos en clase					
26	Pregunta sobre la clase del día anterior					
27	Deja ejercicios que ayudan a memorizar conceptos y procedimientos					
Condiciones emocionales y afectivas						
28	La materia de matemáticas me interesa					
29	Me siento motivado/a para aprender matemáticas					
30	Me siento apático/a hacia las matemáticas					
31	A menudo siento pereza al hacer ejercicios de matemáticas					
32	Tengo una actitud positiva hacia las matemáticas					
33	Me siento ansioso/a al hacer ejercicios de matemáticas					
34	Creo que soy capaz de aprender matemáticas					
35	Me siento angustiado/a al pensar en la materia de matemáticas					
Hábitos de estudio						
36	Practico regularmente lo que aprendo en clase en otros espacios o aspectos de mi vida					
37	Dedico suficientes horas de estudio a la materia					
38	Tomo notas completas y organizadas durante las clases					
39	Utilizo mis notas para repasar antes de los exámenes					

40	Realizo tareas y trabajos escolares con anticipación					
41	Planifico mi tiempo de estudio de manera efectiva					
42	Busco recursos adicionales para aprender más sobre los temas de clase					
43	Busco ayuda cuando tengo dificultades para comprender algún tema					
44	Reviso mi trabajo y me aseguro de haberlo hecho correctamente antes de entregarlo					
45	Mantengo un espacio de estudio adecuado y libre de distracciones					
Psicosociales						
46	Tengo confianza con el profesor de matemáticas					
47	Le tengo miedo al profesor/a de matemáticas					
48	Me siento cómodo acercándome a plantear mis dudas al profesor					
49	Es amigable					
50	Suele ser estricto/a y por ello no me acerco					
51	Se muestra comprensivo/a y amable					
52	Atiende mis dudas y las de mis compañeros					
53	Suele ignorar a los estudiantes que no entienden lo que explica					
54	Mantiene la autoridad en el salón					
55	Se muestra atento a lo que necesito					
56	Suele regañar si no entiendo lo que explica					
57	Se preocupa por que entienda lo que explica					
58	Suele atenderme a mí o a mis compañeros en el salón de clases					
59	Suele atenderme a mí o a mis compañeros en los en los horarios de tutorías					

Para finalizar, comenta brevemente si consideras que la actitud, preparación o profesionalismo del profesor influyen en tu interés por la materia o bien en la posible reprobación.

Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Rara vez	Nunca

Por favor, asegúrate que has respondido todas las preguntas. Muchas gracias por participar



Instrumento 2: docentes

Entrevista Docentes

Proyecto de Investigación titulado:
Modelo paramétrico de visualización en realidad virtual de indicadores de aprendizaje en matemáticas de estudiantes del NMS

Ficha Técnica

de docente ____ . Género: Femenino ____ Masculino ____ . Edad: ____ . Turno: Matutino ____
Vespertino ____ . Licenciatura de formación ____ . Cuenta con Maestría: sí ____ (en qué
área?) ____ no ____ . Cuenta con Doctorado? sí ____ (¿en qué área?) ____ no ____ .
Años de experiencia docente ____ . Años de experiencia enseñando matemáticas ____ . Años laborando
como docente de Matemáticas ____ . Realiza alguna actividad profesional actualmente además de la
docencia? Sí ____ No ____ .

Capacitación

1. ¿Describa en sus palabras qué es un concepto matemático?
2. ¿Qué es lo más importante que los estudiantes deben aprender de matemáticas? ¿Por qué?
3. ¿Qué ejemplos de la vida cotidiana puede darnos en el que se usen matemáticas y que no se refiera su uso en una tienda o en la cocina?
4. ¿Ha recibido capacitación docente específica en el área de matemáticas? ¿Podría describir o mencionar el nombre de esa capacitación?
5. ¿De qué manera aplica en su enseñanza los conocimientos y habilidades adquiridos en su capacitación docente?
6. ¿Ha recibido capacitación sobre cómo enseñar matemáticas a estudiantes con diferentes habilidades y niveles de aprendizaje?
7. ¿Cómo ha mejorado su práctica docente como resultado de la capacitación recibida?
8. ¿Qué tipo de capacitación le gustaría recibir en el futuro para mejorar su enseñanza de las matemáticas?
9. ¿Cómo se mantiene actualizado sobre las nuevas tendencias y desarrollos en la enseñanza de las matemáticas?
10. ¿Ha participado en algún tipo de trabajo en equipo o colaboración con otros docentes en el área de matemáticas? ¿Podría describir esa experiencia?
11. ¿Cuál es su opinión sobre la importancia de la capacitación docente para la mejora continua de la enseñanza de las matemáticas?

Herramientas

12. ¿De qué manera integra la tecnología en su enseñanza de las matemáticas y ha recibido capacitación en el uso de herramientas tecnológicas?
13. ¿Cuáles son las herramientas tecnológicas que utiliza para enseñar matemáticas?
14. ¿Cómo utiliza estas herramientas en su enseñanza?
15. ¿Qué tipos de recursos tecnológicos utiliza para preparar y entregar sus clases?
16. ¿Cómo asegura que los estudiantes tengan acceso a los recursos tecnológicos necesarios para el aprendizaje de las matemáticas?
17. ¿Cómo se asegura de que los estudiantes comprendan el contenido que se enseña con la ayuda de estas herramientas?
18. ¿Cuáles son las herramientas didácticas que utiliza para enseñar matemáticas?

19. ¿Cómo utiliza estas herramientas didácticas en su enseñanza?
20. ¿Cuál es la importancia de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas?
21. ¿Cuáles son los beneficios y desafíos que enfrenta al usar tecnología en la enseñanza de las matemáticas?
22. ¿De qué forma el uso de herramientas tecnológicas y didácticas ha mejorado su enseñanza de las matemáticas y el aprendizaje de los estudiantes?
23. Describa de manera detallada cómo desarrolla una sesión de clase:
 - Cuánto tiempo dedica usted a exponer explicar el tema
 - Cuánto tiempo dedican los estudiantes para trabajar en la solución de ejercicios o problemas
 - Cómo es la retroalimentación
24. ¿Cómo se asegura que sus estudiantes aprendan los contenidos?

Psicosociales

25. Describa la relación interpersonal e interacción que mantiene con sus estudiantes
26. ¿Cree que la empatía es importante en la enseñanza de las matemáticas? ¿Por qué?
27. ¿Cómo promueve el compromiso y la motivación de sus estudiantes en la enseñanza de las matemáticas?
28. ¿Qué tipo de interacciones establecen entre sí los estudiantes?
29. Habitualmente, ¿De qué forma se comunica usted con sus estudiantes? y ellos, ¿cómo se comunican con usted?
30. Describa la dinámica efectuada cuando los estudiantes trabajan en equipo
31. ¿Cómo afronta las dificultades o conflictos que se presentan en el aula? (refiera un ejemplo concreto).
32. ¿Qué habilidades considera importantes para una buena gestión de conflictos en el aula de clases?
33. ¿Cómo ha mejorado su capacidad de empatía, asertividad, negociación y gestión de conflictos a lo largo de su carrera como docente de matemáticas?
34. ¿Cómo cree que el desarrollo de habilidades psicosociales puede contribuir a la mejora de la enseñanza de las matemáticas y al éxito académico de los estudiantes?

Muchas gracias por participar

Validación de instrumentos

VALIDACIÓN POR EXPERTOS DEL CUESTIONARIO ALUMNOS

El número de expertos mínimo recomendable es 7. El n.º de expertos es preferible que sea un número impar.

1. La puntuación va de 1 a 6 («muy en desacuerdo» a «muy de acuerdo»), se asigna el promedio de adecuación y el promedio de pertinencia de cada pregunta del cuestionario.
2. Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación	6	6	4	6	22	5.5	Si
	Pertinencia	6	6	5	5	22	5.5	
2	Adecuación	6	6	5	6	23	5.75	Si
	Pertinencia	6	6	5	5	22	5.5	
3	Adecuación	6	5	6	6	23	5.75	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
4	Adecuación	6	6	5	6	23	5.75	Si
	Pertinencia	6	6	5	5	22	5.5	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
5	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	5	5	22	5.5	
6	Adecuación	6	3	5	5	19	4.75	Si

	Pertinencia	6	5	6	5	22	5.5	
7	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	5	5	22	5.5	
8	Adecuación	6	6	5	4	21	5.25	Si
	Pertinencia	6	6	5	5	22	5.5	
9	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
10	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
11	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
12	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
13	Adecuación	6	4	6	6	22	5.5	Si
	Pertinencia	6	6	6	3	21	5.25	
14	Adecuación	6	4	6	6	22	5.5	Si
	Pertinencia	6	3	6	5	20	5	
15	Adecuación	6	3	6	6	21	5.25	Si
	Pertinencia	6	5	6	6	23	5.75	
16	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	3	21	5.25	
17	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	

18	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
19	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
20	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	4	22	5.5	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
21	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
22	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
23	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	3	21	5.25	
24	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
25	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
26	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
27	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	3	21	5.25	
28	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta
----------	--	---------------------	--	--	--	--	--	-------------------------------------

								(SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
29	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
30	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
31	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
32	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
33	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
34	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
35	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
36	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
37	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
38	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
39	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
40	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si

	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
41	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
42	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
43	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
44	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
45	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
46	Adecuación	6	5	6	6	23	5.75	Si
	Pertinencia	6	6	6	4	22	5.5	
47	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	4	22	5.5	
48	Adecuación	6	6	6	5	23	5.75	Si
	Pertinencia	6	6	6	4	22	5.5	
49	Adecuación	6	5	4	5	20	5	Si
	Pertinencia	6	6	6	4	22	5.5	
50	Adecuación	6	6	5	5	22	5.5	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
51	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	4	22	5.5	
52	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
53	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
54	Adecuación	6	3	6	6	21	5.25	Si
	Pertinencia	6	3	6	6	24	6	
55	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
56	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
57	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
58	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
59	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
60	Adecuación	6	6	6	5	23	5.75	Si
	Pertinencia	6	6	6	4	22	5.5	

VALIDACIÓN POR EXPERTOS DEL CUESTIONARIO DOCENTES

El n.º de expertos mínimo recomendable es 7. El n.º de expertos es preferible que sea un número impar.

1. La puntuación va de 1 a 6 («muy en desacuerdo» a «muy de acuerdo»), se asigna el promedio de adecuación y el promedio de pertinencia de cada pregunta del cuestionario.
2. Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	5	5	22	5.5	
2	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	5	6	23	5.75	
3	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	5	6	23	5.75	
4	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	5	6	23	6.75	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
5	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
6	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	

7	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
8	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	5	6	23	5.75	
9	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
10	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	5	6	23	5.75	
11	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	5	6	23	5.75	
12	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
13	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
14	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
15	Adecuación	6	3	6	6	21	5.25	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
16	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
17	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
18	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
19	Adecuación	6	6	6	5	23	5.75	Si

	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
20	Adecuación	6	5	6	6	23	5.75	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
21	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
22	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
23	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
24	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
25	Adecuación	6	6	5	6	23	5.75	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
26	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
27	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
28	Adecuación	6	3	6	6	21	5.25	Si
	Pertinencia	6	3	6	5	20	5	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	

29	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
30	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	5	23	5.75	
31	Adecuación	3	6	6	6	21	5.25	Si
	Pertinencia	6	6	5	6	23	5.75	
32	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
33	Adecuación	6	6	5	6	23	5.75	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	
34	Adecuación	6	6	6	6	24	6	Si
	Pertinencia	6	6	6	6	24	6	

Revisión sistemática de las matemáticas en el NMS y el uso de la tecnología para mejora en los índices de reprobación

Elva S GUTIERREZ-GUILLEN

Facultad de Informática, Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro, Querétaro 76230, México

Ricardo CHAPARRO-SANCHEZ

Facultad de Informática, Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro, Querétaro 76230, México

Efraín SOTO-BAÑUELOS

Unidad Académica Preparatoria Programa I, Universidad Autónoma de Zacatecas
Zacatecas, Zacatecas 98054, México

RESUMEN

En este artículo se presenta un análisis de las publicaciones de los resultados de las investigaciones en las cuales se está trabajando la manera de disminuir los índices de reprobación en Matemáticas a Nivel Medio Superior, donde se evalúan mal el desempeño de los estudiantes y se pueden mejorar los índices de aprobación haciendo uso de la tecnología para la identificación de posibles categorías, observaciones y variables que permiten reconocer el estado de aprendizaje de los alumnos de dicha área del conocimiento.

Palabras Claves: Matemáticas, índice de reprobación, Educación en el Nivel Medio Superior.

1. INTRODUCCIÓN

En el trayecto escolar, en el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación se transita por diversas asignaturas de carácter obligatorio, particularmente las Matemáticas se encuentran en todos los niveles educativos y son las que tienen un mayor índice de reprobación que llevan como consecuencia a la deserción o abandono escolar; así como la asignatura de Lectura y Redacción, "la matemática ha sido reconocida por la Secretaría de Educación Pública como uno de los problemas mayores en la educación elemental, media y superior" [10].

Las matemáticas juegan un papel importante tanto a nivel educacional como en la parte fundamental del desarrollo de la vida cotidiana, es de ahí la importancia a nivel mundial el abogar por dicha asignatura, tratando de generar una atracción, motivación e interés hacia ella para formar hombres instruidos que sean capaces de resolver problemas. Sin embargo, "en las matemáticas todo es difícil y complicado, por eso para un alumno es todo un reto al momento de estar en el aula. Hay un gran número de alumnos reprobados en las ramas de esta materia" [6].

A Nivel Medio Superior se puede identificar una gran necesidad de mejorar el rendimiento académico, en particular en Matemáticas; "el rendimiento académico es el indicador más empleado para identificar el conocimiento de los bachilleres, así como sus esfuerzos y capacidades en esta disciplina" [8].

Según el informe de resultados del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes PLANEA el logro educativo de los estudiantes de Educación Media Superior en Matemáticas se divide en 4 niveles de logro:

Nivel 1: Pueden resolver problemas que implican manejo aritmético con números enteros y decimales, pero aún no desarrollan habilidades algebraicas.

Nivel 2: Pueden realizar operaciones que incluyan incógnitas o variables sencillas

Nivel 3: Pueden resolver problemas que requieren el manejo de ecuaciones de primero y segundo grados y sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas.

Nivel 4: Dominan el conjunto de reglas de operación algebraica comprenden funciones matemáticas, e identifican algunas de sus características.

A escala nacional, en Matemáticas la puntuación promedio de los alumnos de bachillerato fue de 500 puntos en 2017. Este puntaje se ubica en nivel de logro I. En Matemáticas aproximadamente 6 de cada 10 estudiantes se ubican en el nivel I (66%), es decir, estos estudiantes tienen dificultades para realizar operaciones con fracciones y operaciones que combinen incógnitas o variables (representadas con letras), así como para establecer y analizar relaciones entre dos variables. Por otro lado, aproximadamente 2 de cada 10 estudiantes se ubican en el nivel II (23%); menos de 10% se ubica en el nivel III (8%), y menos de 5%, en el nivel IV (2.5%) [7].

En el ámbito internacional según las pruebas PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) [11] los resultados de los alumnos a Nivel Medio Superior en matemáticas son bajos, obtenido deficiencias en el desempeño de la resolución de problemas.

Este artículo enmarca los estudios, en los cuales investigadores en la actualidad están trabajando en identificar los índices de reprobación en Matemáticas a través del uso de tecnología para con ello poder encontrar variables y que esto ayude a mejorar los índices de aprobación; constituyendo una importante fuente de información para conocer y comprender dicha situación y que es lo que se está haciendo para mejorarla.

Capítulo 23. Propuesta de diseño de modelo paramétrico de indicadores de aprendizaje en matemáticas para estudiantes del Nivel Medio Superior

Elva Sinaí Gutiérrez-Guillén

Universidad Autónoma de Querétaro, México

esinai@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-1831-0157

Ricardo Chaparro-Sánchez

Universidad Autónoma de Querétaro, México

rchapa@uaq.mx

ORCID: 0000-0002-6842-2360

Efraín Soto-Bañuelos

Universidad Autónoma de Zacatecas, México

psefrasobe@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-2518-6660



Gutiérrez-Guillén, E. S., Chaparro-Sánchez, R., & Soto-Bañuelos, E. (2023). Propuesta de diseño de modelo paramétrico de indicadores de aprendizaje en matemáticas para estudiantes del Nivel Medio Superior. En A. Escudero-Nahón & R. Palacios-Díaz (Coords.), *Horizontes de la transformación digital* (pp. 293-304). Editorial Transdigital. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb18>



Factores que intervienen en el aprovechamiento de las matemáticas en alumnos del NMS

Elva Sinai Gutiérrez Guillén¹

Ricardo Chaparro Sánchez²

Efraín Soto Bañuelos³

Área temática: Educación en campos disciplinares

Línea temática: Educación matemática

Resumen

El presente trabajo se analizan los factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de matemáticas en el Nivel Medio Superior (NMS) desde un análisis de las diferentes experiencias reportadas. Las matemáticas son una asignatura fundamental en la educación, y comprender los factores que afectan el aprovechamiento de los alumnos puede ser crucial para mejorar su aprendizaje, donde, no sólo se analiza el aprovechamiento en la disciplina, también el pensamiento lógico matemático y las habilidades para la solución de problemas. La investigación se basó en una revisión exhaustiva de estudios previos abarcando diversas investigaciones y enfoques relacionados con el tema. Al analizar y sintetizar la evidencia disponible, la investigación identificó varios factores clave que tienen un impacto significativo en el aprovechamiento de los estudiantes ubicados en las categorías de antecedentes, formas de aprendizaje, condiciones emocionales y afectivas, habilidades matemáticas, hábitos de estudio y prospectiva, esta investigación conforma parte del diagnóstico de un proyecto más amplio sobre el aprovechamiento de las matemáticas en NMS.

Palabras clave: matemáticas, aprovechamiento, factores, Nivel Medio Superior.

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1831-0157>, esinai@hotmail.com.

² Universidad Autónoma de Querétaro ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6842-2360>, rchapa@uaq.mx

³ Universidad Autónoma de Zacatecas, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2518-6660>, pscfirasob@hotmail.com.

**Medición de los factores docentes que influyen en el
rendimiento académico de matemáticas en estudiantes de
preparatoria en México**

*Measuring Teacher-Related Factors Influencing the Academic
Performance in Mathematics of High School Students in Mexico*

*Medindo os fatores que influenciam o desempenho acadêmico em
matemática entre alunos do ensino médio no México*

Elva Sinaí Gutiérrez-Guillén

Autonomous University of Querétaro, Faculty of Computer Science, Mexico

esinaí@hotmail.com

<http://orcid.org/0000-0003-1831-0157>

Ricardo Chaparro-Sánchez

Autonomous University of Querétaro, Faculty of Computer Science, Mexico

rchapa@uaq.mx

<http://orcid.org/0000-0002-6842-2360>

Efraín Soto-Bañuelos

Autonomous University of Zacatecas, Academic Preparatory Unit, Mexico

psefrasobe@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-2518-6660>

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar si los factores relacionados con los docentes son los que ejercen mayor influencia en el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de preparatoria. Se analizaron tres factores principales: docentes, institución y alumnos, cada uno con sus respectivas variables. Para ello, se diseñaron dos cuestionarios, uno dirigido a estudiantes y otro a docentes, los cuales fueron aplicados a 75 alumnos de primer semestre, ya que en este periodo se registra la mayor tasa de reprobación en la asignatura de matemáticas, y a 5 docentes con 10 o más años de servicio, quienes cuentan con amplia experiencia en la enseñanza de la materia y profundo



Diseño de un modelo paramétrico para la visualización de índices y factores que inciden en la reprobación de Matemáticas en NMS

Elva Sinaí Gutiérrez-Guillén

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Ricardo Chaparro-Sánchez

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Efraín Soto-Bañuelos

Universidad Autónoma de Zacatecas, México

Ma. Teresa García-Ramírez

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Resumen

En el presente trabajo se muestra el prototipo del diseño de un modelo paramétrico para la visualización de índices y factores que afectan la acreditación de la asignatura de Matemáticas en el Nivel Medio Superior (NMS). Este modelo será implementado en un sistema informático y se enfocará en una perspectiva interdisciplinaria que combina la educación, las matemáticas, la informática y la visualización de datos para mejorar la administración educativa, las metodologías de enseñanza y el manejo de técnicas de aprendizaje de las matemáticas con la aplicación de la tecnología. La colaboración entre expertos de diferentes disciplinas y la comunicación transdisciplinaria son esenciales para la construcción de una visión compartida que permita desarrollar soluciones integradas y holísticas para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en el Nivel Medio Superior. Este texto enuncia los principales elementos del modelo y su potencial para identificar patrones y tendencias en el rendimiento de los estudiantes, así como para optimizar la gestión de la enseñanza y el manejo de técnicas de aprendizaje de las matemáticas.

Palabras clave: *investigación cualitativa, docencia, matemáticas, factores de reprobación.*

Certificado de PI App VR MATH

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES: CHAPARRO SÁNCHEZ RICARDO
GUTIÉRREZ GUILLÉN ELVA SINAI
SOTO BAÑUELOS EFRAÍN

TÍTULO: APP VR MATH

RAMA: PROGRAMAS DE COMPUTACION

TITULAR: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO(CON FUND. EN EL ART 83 DE LA L.F.D.A.)

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

El presente certificado se expide con fundamento en el Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, así como de otras leyes para crear la Secretaría de Cultura, publicado el 17 de diciembre de 2015 en el Diario Oficial de la Federación; artículos 26 y 41 Bis, fracción XVIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; artículos 2, 208, 209 fracción III de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículo 69-C de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, de aplicación supletoria de acuerdo con lo establecido por la Ley Federal del Derecho de Autor en su artículo 10; artículo 84 de la Ley General de Mejora Regulatoria; artículos 2, apartado B, fracción IV, 26 y 27 del Reglamento Interior de la Secretaría de Cultura; artículos 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I, 9, 16 y 17 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor; ACUERDO por el que se establecen los Lineamientos para el uso de la Firma Electrónica Avanzada en los actos y actuaciones de los servidores públicos del Instituto Nacional del Derecho de Autor, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de mayo del año dos mil veintiuno; y Acuerdo por el que se establecen las reglas para la presentación, substanciación y resolución de las solicitudes de registro de obras, fonogramas, videogramas y edición de libros en línea ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor, publicado el 8 de diciembre de 2021 en el Diario Oficial de la Federación.

1/2



CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA



INDAUTOR
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR