

Optimizando el aprendizaje de matemáticas en el primer grado: el impacto del Metaverso de Roblox en el desarrollo de competencias numéricas

Optimizing First-Grade Mathematics Learning: The Impact of Roblox's Metaverse on Developing Numerical Competencies

Santa Teresita González Tezoco^{1*}, Ulises Juárez Martínez¹, Adolfo Centeno Téllez², Lisbeth Rodríguez Mazahua¹ y María Antonieta Abud Figueroa¹

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Orizaba
Orizaba, Veracruz, México

²Waves Lab
Camerino Z. Mendoza, Veracruz, México
[*m22010146@orizaba.tecnm.mx](mailto:m22010146@orizaba.tecnm.mx)

PALABRAS CLAVE: RESUMEN

Educación, metaverso, matemáticas

El metaverso es una red de mundos virtuales tridimensionales, persistentes y concurrentes centrados en la conexión y la interacción social que permiten realizar actividades que no se harían en el mundo físico. En los últimos años, se ha incrementado significativamente el número de trabajos de investigación enfocados en el uso del metaverso en la educación. En ellos se resumen cómo el metaverso se puede utilizar para una amplia gama de objetivos educativos como el desarrollo de competencias digitales, la creación de experiencias de aprendizaje más inmersivas, el fomento de la creatividad y la colaboración entre estudiantes. Sin embargo, pocas veces se implementa en la educación primaria. Además, en el contexto específico de México, el reporte del uso del metaverso en la educación es limitado y poco frecuente. En este artículo se explora el metaverso integrado en Roblox como una herramienta alterna viable para mejorar el proceso de la enseñanza de matemáticas en el primer grado de educación primaria en México. El enfoque de enseñanza se centra en el conteo de números y sumas de dos dígitos, proporcionando una experiencia interactiva y enriquecedora para los estudiantes. Se espera que este trabajo de investigación proporcione una comprensión clara del potencial del metaverso en la educación, y a su vez fomente más investigaciones sobre la educación basada en el metaverso en un futuro cercano.

KEYWORDS:

ABSTRACT

Education, metaverse, mathematics

The metaverse, a network of persistent and concurrent 3D virtual worlds focused on social connection and interaction, allows users to engage in activities that would not be possible in the physical world. In recent years, there has been a significant increase in research focused on the use of the metaverse in education. This research highlights how the metaverse can be used for a wide range of educational purposes, such as developing digital skills, creating more immersive learning experiences, fostering creativity, and encouraging collaboration among students. However, its implementation in primary education is still rare. Moreover, in the specific context of Mexico, reports on the use of the metaverse in education are limited and infrequent. This article explores the metaverse integrated into Roblox as a viable alternative tool to improve the teaching of mathematics in the first grade of primary education in Mexico. The teaching approach focuses on number counting and two-digit addition, providing an interactive and enriching experience for students. This research is expected to provide a clear understanding of the potential of the metaverse in education and, in turn, encourage further research on metaverse-based education in the near future.

• Recibido: 24 de octubre de 2023 • Aceptado: 15 de mayo de 2024 • Publicado en línea: 1 de junio de 2024

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el informe realizado en 2019 por el Instituto Nacional para la

Evaluación de la Educación (INEE) y con base en la información proporcionada por el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) en México, “en



matemáticas de sexto grado de primaria, 59 % de los alumnos se encuentran ubicados en el nivel I (dominio insuficiente); 18 % en el nivel II (dominio básico); 15 % en el nivel III (dominio satisfactorio) y sólo 8 % se ubica en el nivel IV (dominio sobresaliente)” [1]. El obtener un porcentaje elevado en el dominio insuficiente muestra un panorama educativo preocupante concluyendo que desde el inicio del nivel primaria los alumnos presentan problemas en el aprendizaje matemático. Lo anterior se ve reflejado en el cuarto Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE) realizado en 2019 por el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) en donde se señala que el 35 % de los estudiantes de tercer grado de primaria participantes en la prueba de matemáticas no cumplieron con el nivel de desempeño mínimo esperado [2].

Para impulsar y promover el aprendizaje de matemáticas en los primeros niveles educativos es necesario que los docentes implementen métodos que sean estimulantes y de interés para los alumnos y busquen que no solo comprendan las matemáticas, sino que también las disfruten. Por ejemplo, plataformas como Minecraft Education Edition [3] o Second Life [4] disponen de herramientas que permiten crear experiencias y nuevas formas de interacción entre alumnos y profesores en mundos virtuales, con el fin de fortalecer el proceso de aprendizaje utilizando herramientas tecnológicas como la Realidad Virtual (RV), la Realidad Aumentada (RA) o tecnologías del metaverso. En la literatura se encuentran diversos reportes de investigación enfocados en el uso de tecnologías inmersivas y del metaverso como estrategias para potenciar y evaluar el proceso de aprendizaje de las matemáticas en los niños mediante la generación de nuevas experiencias y sensaciones de aprendizaje.

En este artículo se explora el metaverso integrado en Roblox como una herramienta alterna viable para mejorar el proceso de la enseñanza de matemáticas en el primer grado

de educación primaria en México, centrándose en un metaverso llamado “MatVers: El Metaverso de las Matemáticas”, el cual se enfoca principalmente en la enseñanza de conteo de números y sumas de dos dígitos; asimismo se exponen los resultados de un caso de estudio llevado a cabo en la región de Orizaba-Córdoba del estado de Veracruz, México, mismos que sustentan que el uso de un metaverso en la enseñanza de las matemáticas es una herramienta con gran potencial para crear un entorno de aprendizaje interactivo y estimulante que ayuda a los niños en el proceso del aprendizaje de las matemáticas de una manera divertida, lúdica y emocionante.

El resto de este trabajo está organizado de la siguiente manera: la sección 2 contiene los trabajos relacionados con los tópicos de interés de esta investigación; en la sección 3 se presenta el concepto de metaverso y su aplicación dentro del contexto educativo; la sección 4 habla sobre un caso de estudio desarrollado para mostrar los beneficios de la implementación de tecnologías del metaverso para el aprendizaje de matemáticas dirigida a niños de primer año de nivel primaria; en la sección 5 se presentan y discuten los resultados; por último en la sección 6 se exponen las conclusiones que recapitulan los principales hallazgos del estudio.

2. ESTADO DEL ARTE

En esta sección se presentan los trabajos de investigación más relevantes relacionados con el uso de tecnologías inmersivas y del metaverso como herramientas de apoyo en el aprendizaje de las matemáticas.

En [5] los autores señalaron que a raíz de la pandemia causada por el COVID-19 se implementaron diversas tecnologías en la educación como la RA, la RV o el metaverso. Para comprender mejor su influencia en el sector educativo, realizaron una encuesta a 336 estudiantes de una escuela primaria en

Corea del Sur basada en las experiencias de los estudiantes de primaria con respecto al uso del metaverso. Los resultados mostraron que, en promedio, el 97.9 % de los estudiantes tenían experiencias previas con el metaverso y el 95.5 % lo consideró estrechamente relacionado con su vida diaria, demostrando estadísticamente que el uso educativo del metaverso era capaz de beneficiar a los estudiantes.

En [6] se realizó una revisión bibliográfica de los trabajos de investigación publicados hasta el 31 de diciembre de 2021 en Web of Science y Scopus con la finalidad de conocer las tendencias de investigación, el enfoque y las limitaciones de este tema de investigación. Como resultado se destacó que la investigación sobre el uso del metaverso en la educación comenzó en 2007 y que el 53 % de los estudios se utilizaron en ciencias naturales, matemáticas e ingeniería enfocándose en el aprendizaje virtual. Los autores concluyeron que la implementación del metaverso ampliaba las oportunidades educativas para explorar entornos que habían sido inaccesibles debido a las barreras de espacio, tiempo y coste.

En [7] se presentaron, después de un análisis de artículos publicados, las posibles aplicaciones potenciales y problemas de investigación del metaverso en entornos educativos. Los autores concluyeron que, el metaverso permite a los alumnos tener más oportunidades de experimentar, explorar, aprender y enseñar en un mundo nuevo, así como de trabajar e interactuar con personas. Incluso pueden aprender o practicar en aquellos contextos que no pueden experimentar en el mundo real destacando las siguientes aplicaciones potenciales del metaverso en la educación: (1) situar a los alumnos en un entorno cognitivo o de práctica de habilidades que podría ser arriesgado o peligroso en el mundo real, (2) situar a los alumnos en contextos para experimentar y aprender lo que por lo general no tienen la oportunidad de experimentar en el mundo real y (3) permitir

que los alumnos perciban o aprendan algo que requiere una implicación y una práctica a largo plazo.

En [8] se llevó a cabo una revisión bibliográfica para definir los tipos de metaverso, explicar el potencial y las limitaciones de sus aplicaciones educativas. Al finalizar el trabajo de investigación se concluyó que el potencial del metaverso como nuevo entorno educativo se debía a que era un espacio para una nueva comunicación social, tenía un mayor grado de libertad para crear y compartir y a la provisión de nuevas experiencias y una alta inmersión a través de la virtualización. De igual forma se concluyó que algunas de sus limitaciones podían ser unas conexiones sociales más débiles; la posibilidad de que se vulnerara la privacidad; la comisión de delitos debido al espacio virtual y al anonimato del metaverso.

En [9] se abordó el temor que padres y educadores tenían acerca del videojuego Minecraft y la falta de conciencia acerca de su potencial para el aprendizaje. Mediante un estudio exploratorio se identificaron los usos, beneficios y desafíos de la integración de Minecraft en las aulas con fines de enseñanza y aprendizaje. Los resultados obtenidos demostraron que el uso apoyado, educativo y con propósito de Minecraft benefició significativamente el aprendizaje de los estudiantes ya que estimulaba y mantenía el compromiso de los alumnos con las actividades llevadas a cabo dentro del juego permitiéndoles desarrollar una serie de habilidades de aprendizaje, como la motivación, la programación informática, las habilidades informáticas básicas y la colaboración.

En [10] se puntualizó que existía una falta de conocimientos sobre la adquisición de las habilidades del siglo XXI a través de los videojuegos y que había una carencia de un modelo educativo sobre la mejor manera de enseñar estas habilidades en el aula. Por lo anterior se desarrolló un caso de estudio cualitativo en el que se exploraron los

procesos de diseño del siglo XXI, las habilidades y comportamientos de los estudiantes de una escuela secundaria del sur de Texas al jugar en Minecraft. Como parte de los resultados se generaron dos modelos educativos de las cuatro C (pensar críticamente, crear, comunicar y colaborar en Minecraft) y se concluyó que Minecraft ayudaba a los estudiantes a aprender a resolver problemas, a mejorar sus habilidades de investigación, a ser ingeniosos, a realizar múltiples tareas y a desarrollar sus habilidades sociales a través del trabajo en equipo.

En [11] se señaló que no se habían investigado las posibilidades de utilizar Minecraft Education (Minecraft Edu) como herramienta de aprendizaje basada en juegos (GBL) para el aprendizaje de la estructura atómica en la escuela secundaria. En esta investigación se diseñó e implementó una intervención alineada con el plan de estudios nacional para las escuelas estatales con la finalidad de que los estudiantes aprendieran sobre la estructura atómica mediante el uso de Minecraft Edu. Los resultados indicaron que los estudiantes estaban motivados, se interesaban y se sentían desafíados a pensar de forma crítica mientras colaboraban y que la abstracción de la estructura atómica era más fácil de comprender. Por último, se concluyó que Minecraft Edu ofrecía un entorno de aprendizaje estimulante y atractivo en comparación con las aulas tradicionales.

En [12] el problema abordado fue la falta de comprensión de matemáticas por parte de los estudiantes desde el nivel básico ya que tenían temor de aprender esta asignatura desde su infancia. Para dar solución a la problemática planteada se desarrolló una aplicación de realidad aumentada llamada Mathify para mitigar los problemas a los que se enfrentaban los niños en el aprendizaje de la base de las matemáticas, enfocada principalmente al conteo, misma que también incluyó una fase de evaluación para comprobar la eficiencia del aprendizaje de los

niños entre 3 y 5 años. Los resultados mostraron que el juego era una aplicación de aprendizaje adecuadamente diseñada mezclando elementos de entretenimiento y educación a partes iguales. También se concluyó que la eficacia del aprendizaje se multiplicó con la introducción de la tecnología interactiva.

En [13] se desarrolló un juego interactivo de matemáticas llamado MATHERIAL basado en la teoría de la carga cognitiva y el diseño de juegos, en el que los jugadores tenían la tarea de resolver problemas matemáticos de forma competitiva y creativa. Los resultados mostraron que los estudiantes que utilizaron el juego (alumnos de quinto y sexto grado cuya edad oscilaba entre los 9 y los 13 años) obtuvieron mejores resultados en matemáticas que los que no lo hicieron. Se concluyó que los educadores no siempre tienen que recurrir a la utilización de costosos juegos comerciales para mejorar el rendimiento de los alumnos, en su lugar, se propuso utilizar juegos sencillos basados en computadora y que estén teóricamente respaldados.

En [14] la problemática abordada fue que los alumnos presentaban dificultades en el aprendizaje de las fracciones puesto que es se trata de un tema muy abstracto. Como propuesta de solución se desarrolló un juego educativo de RV denominado "Keşfet Kurtul (Explorar para sobrevivir)" que contenía ejercicios sobre temas de fracciones incluidos dentro del plan de estudios de cuarto grado de una escuela primaria privada situada en el centro de Samsun, Turquía. Como resultado de la investigación, se comprobó que el juego educativo de RV Keşfet Kurtul aumentó el rendimiento académico y mantuvo el nivel de compromiso de los estudiantes con las matemáticas ya que el diseño del juego proponía diferentes actividades cada vez que se utilizaba. Asimismo, se concluyó que la educación matemática asistida por la tecnología afecta positivamente los logros académicos de los estudiantes.

3. EL METAVERSO

El término metaverso, desde el punto de vista lingüístico, es un término compuesto de la combinación de dos palabras (del griego) meta "más amplio" o "que trasciende" y la palabra universo por lo cual "metaverso" significa "algo que trasciende el universo". Fue utilizado por primera vez por Neal Stephenson en su novela Snow Crash de 1992 donde refiere este concepto a un mundo de ciencia ficción [15].

El aumento de la investigación científica en torno al uso del metaverso, sus características técnicas y sus implicaciones sociales ha generado que el concepto sea abordado por diversas disciplinas y perspectivas, lo que ha dado lugar a una variedad de definiciones que pueden ser útiles para diferentes propósitos. En [16] se presenta al metaverso como el futuro de Internet, una combinación de diferentes espacios virtuales unidos en un universo 3D, que permite a sus usuarios trabajar, reunirse, jugar y socializar apoyado de tecnologías existentes como Blockchain, 5G y la inteligencia artificial.

En [17] se describe al metaverso como un nuevo entorno mediado por computadora que consta de "mundos" virtuales y que implica un conjunto distinto de hardware que sirve como puerta de enlace principal a un "lugar inherentemente social" que brinda espacio para un conjunto diverso de actividades desde entretenimiento hasta colaboraciones laborales a través de avatares. Meta, la corporación antes conocida como Facebook define al metaverso como "la evolución de la conexión social y el sucesor de Internet en el celular que ayudará a conectar con las personas cuando no estén físicamente en el mismo lugar acercándolos aún más a la sensación de estar juntos" [18].

Por su parte Frank X. Shaw, vicepresidente corporativo de Microsoft Communications detalla al metaverso como "un mundo digital persistente que está conectado con muchos

aspectos del mundo físico (incluidas las personas, los lugares y las cosas) que permite compartir experiencias entre el mundo físico y los mundos digitales". Asimismo, expone que conforme las empresas aceleren su transformación digital, el metaverso podrá ayudar a las personas a reunirse en un entorno digital haciendo que las reuniones sean más cómodas a través del uso de avatares [19].

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL METAVERSO

Las definiciones anteriores resumen esencialmente, además del concepto, las características frecuentes del metaverso como su naturaleza virtual y la posibilidad de interactuar en tiempo real con otros usuarios. Sin embargo, es importante enfatizar aquellas que son clave para definir al metaverso y que lo hacen diferente de la RV o la RA, es decir: la interconectividad, la persistencia y la concurrencia.

La persistencia (permanencia) refiere a la capacidad del metaverso de ser accesible en todo momento y de mantener la información y el estado de los objetos o elementos que lo conforman incluso después de que los usuarios se hayan desconectado.

La interconectividad tiene lugar a través de contenidos sociales u objetos virtuales, donde múltiples usuarios interactúan entre sí y se refiere a la capacidad de los mundos virtuales para estar interconectados y comunicarse entre sí, lo que permite a los usuarios interactuar y moverse sin problemas entre diferentes entornos virtuales. Esto es importante para el metaverso, ya que permite una experiencia más integrada y diversa para los usuarios, y puede mejorar la interoperabilidad y la accesibilidad del mundo virtual [20].

La concurrencia es uno de los principales fundamentos del Metaverso. Significa que varias cosas ocurren al mismo tiempo, es decir, permite que varios usuarios estén activos en el mismo momento, lo que permite

la colaboración y la interacción en tiempo real en el mundo virtual [21] lo que puede conducir a una experiencia más inmersiva y social.

En resumen, luego de analizar las perspectivas de varios expertos del sector respecto a la definición de metaverso y sus características, se delimita al metaverso como una red de mundos virtuales tridimensionales, persistentes, concurrentes y centrados en la conexión y la interacción social que permiten realizar actividades que no se harían en el mundo físico.

3.2. CAPAS Y PLATAFORMAS DEL METAVERSO

Con la finalidad de simplificar y organizar el metaverso de manera conceptual, el autor y empresario Jon Radoff [22] se dio a la tarea de analizar el metaverso desde una perspectiva de creación de valor e identificar en él siete capas (ver Fig. 1). Estas capas representan diferentes fases de la cadena de valor en el metaverso y ayudan a comprender cómo aprovechar las oportunidades, innovaciones tecnológicas y soluciones a problemas actuales dentro del metaverso, dado que, además de complementarse entre sí no hay ninguna capa más importante que otra.

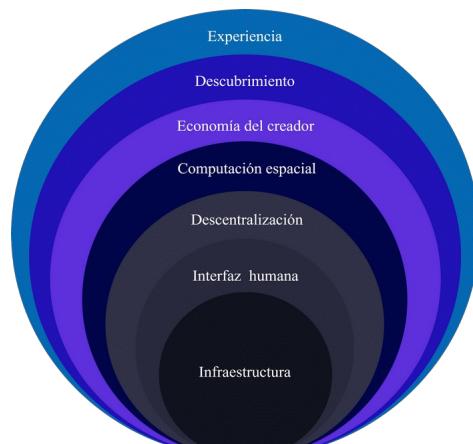


Figura 1. Las siete capas del metaverso según Jon Radoff. Adaptado de [22].

De acuerdo con el reporte Value creation in the metaverse - The real business of the

virtual world, en los primeros cinco meses de 2022, se invirtieron más de 120,000 millones de dólares en el metaverso, más del doble de los 57,000 millones invertidos en todo 2021 [24] lo cual confirma que el metaverso se está convirtiendo en una realidad que los usuarios pueden adoptar, y que la competencia en el sector comienza a notarse.

Las diversas plataformas del metaverso que existen permiten a los usuarios y desarrolladores crear espacios virtuales que comparten características similares (tales como la interoperabilidad y la interactividad) y proponen nuevas formas de socializar, jugar, asistir a eventos e incluso trabajar. Dentro de las más sobresalientes se encuentran Second Life (SL), Roblox, Minecraft, The Sandbox y Decentraland.

Second Life (SL) es un entorno tridimensional virtual desarrollado en 2003 por Linden Lab, una compañía privada estadounidense [25] que cuenta con miles de experiencias y comunidades virtuales. Caracterizado por dar a sus usuarios la capacidad de crear digitalmente su propio entorno ideal, SL ha creado una economía virtual impulsada por Tilia (una empresa de servicios monetarios registrada y autorizada en Estados Unidos como transmisor de dinero) donde los usuarios pueden crear, intercambiar y vender sus creaciones a cambio de dinero virtual conocido como dólares Linden (L\$) [26].

Roblox es una plataforma que alberga más de 19 millones de juegos y experiencias multijugador. Desde su creación en 2006, su popularidad ha aumentado considerablemente llegando a ser una de las principales plataformas de entretenimiento en línea para niños y adolescentes. De acuerdo con el reporte Dubit Guide to Roblox for Brands más de 200 millones de niños juegan Roblox cada mes logrando que los juegos mejores calificados tengan más de 1,000 millones de reproducciones [28].

Orientado al contexto educativo, Roblox Education es la evolución de Roblox mediante la cual se crean experiencias de aprendizaje inmersivas que inspiran la creatividad, colaboración, el pensamiento crítico e impulsan la motivación de los alumnos mediante la creación de entornos de aprendizaje dinámicos que dan vida a los contenidos educativos como fenómenos científicos, eventos históricos o conceptos matemáticos [29].

Minecraft es un metaverso centralizado en tres dimensiones (3D) que cuenta con más de 150 millones de usuarios activos al mes. De acuerdo con el reporte “Transforming Education with Minecraft? Results of an exploratory study conducted with 118 elementary-school student” realizado en 2017, Minecraft es el segundo videojuego más popular, con más de 100 millones de copias vendidas en todo el mundo [9]. En el contexto educativo, Minecraft: Education Edition es una plataforma de aprendizaje basada el popular juego de Minecraft que promueve la creatividad, la colaboración y la resolución de problemas en un entorno digital inmersivo, que tiene la posibilidad de utilizarse en combinación con un plan de estudios y en cualquier nivel escolar [30].

Creado por un equipo de desarrolladores liderado por Arthur Madrid y Sébastien Borget en 2012, The Sandbox, es un mundo virtual 3D descentralizado basado en la tecnología Blockchain en Ethereum. Esta plataforma permite a los usuarios crear su propio contenido usando Sandbox VoxEdit, una herramienta de modelado 3D. Esta herramienta permite a los usuarios crear, comprar y vender activos personalizados, digitales y únicos mejor conocidos como NFT lo que brinda a los creadores una forma única de monetizar su trabajo mediante mercados como OpenSea, Rarible, y Binance NFT Marketplace [31].

Por último, Decentraland es una plataforma virtual tridimensional y descentralizada basada en Ethereum, donde los usuarios

pueden poseer tierras virtuales, crear y comercializar activos digitales como tokens no fungibles utilizando la criptomoneda MANA y participar en diversas actividades sociales. Liderado por Ari Meilich y Esteban Ordano, Decentraland fue lanzado al público en 2017. Esta plataforma ofrece una variedad de herramientas y recursos para desarrolladores y creadores de contenido, incluido un lenguaje de secuencias de comandos, un mercado para comprar y vender activos virtuales y un SDK (Decentraland Editor) para crear aplicaciones y experiencias personalizadas [32].

3.3. METAVERSO Y EDUCACIÓN

En la educación, el metaverso no es un concepto nuevo, investigadores y profesores han analizado su potencial para mejorar la experiencia del aprendizaje desde 2007 centrándose en los factores que influyen en la adopción del metaverso por parte de estudiantes o profesores [6]. En los últimos años, el metaverso ha tomado gran relevancia en el campo de la educación debido a su capacidad de extender el aprendizaje físico a través de tecnologías virtuales y aumentadas, además de adaptar una amplia gama de lecciones y enfoques educativos debido a la naturaleza flexible y configurable de los espacios virtuales [33]. Second Life, Minecraft, Decentraland o Roblox son algunas de las plataformas del metaverso que se utilizan como herramientas de apoyo en el aprendizaje al permitir la creación de experiencias inmersivas y colaborativas en entornos virtuales.

Roblox ha sido utilizado en miles de escuelas de todo el mundo para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de diseño, ingeniería, narración y espíritu empresarial ya que ofrece una experiencia de inmersión que fomenta la colaboración y el trabajo colaborativo, lo que puede ser especialmente útil para los niños que están aprendiendo a trabajar en equipo. Sin embargo, una de sus grandes ventajas y por la cual se ha considerado como una herramienta

educativa que fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional, es que, además de ser de acceso gratuito, Roblox Studio, permite que cualquiera pueda crear juegos fácilmente siguiendo las instrucciones y utilizando plantillas ya preconfiguradas. De ahí su potencial educativo, ya que es posible desarrollar actividades adaptadas a los contenidos que se estén trabajando en clase e, incluso, puede emplearse como una alternativa para que los estudiantes se adentren en la programación y aprendan crear sus propias experiencias mediante el aprendizaje basado en proyectos [34].

Dado que su audiencia principal está formada en su mayoría por menores de edad, Roblox trabaja con padres, educadores y expertos en seguridad digital para promover un entorno acogedor para todos incluyendo funciones como filtros de chat, servidores privados y una amplia moderación de contenidos. Asimismo, prioriza la seguridad y la privacidad al dar cumplimiento a normas como la Ley de Protección de la Privacidad Infantil en Internet (en inglés: Children's Online Privacy Protection Rule - COPPA) de Estados Unidos, la cual impone determinados requisitos a los operadores de sitios web o servicios en línea dirigidos a niños menores de 13 años, y a los operadores de otros sitios web o servicios en línea que tengan conocimiento real de que están recopilando información personal en línea de un niño menor de 13 años [35].

4. CASO DE ESTUDIO

El metaverso ha despertado un gran interés como herramienta potencial en diversos campos ya que ofrece una experiencia inmersiva a través de la cual los usuarios son capaces de explorar entornos virtuales y participar en actividades interactivas. Sin embargo, a pesar de su prometedor potencial, su impacto específico en la educación primaria en México aún no ha sido ampliamente investigado ni se cuenta con

evidencia concluyente sobre su efectividad como herramienta educativa.

En el ámbito educativo, es fundamental evaluar cuidadosamente cualquier nueva tecnología antes de su adopción generalizada, especialmente cuando se trata de niños en la etapa de educación primaria. Aunque se han realizado investigaciones y estudios de casos sobre el uso del metaverso en la educación, gran parte de ellos se centran en otros niveles educativos o en contextos distintos al de México.

Por lo anterior, este caso de estudio se enfoca en explorar las tecnologías, alcances, limitaciones e implicaciones tanto a nivel de software como de hardware y examinar el uso del metaverso como herramienta de aprendizaje mediante la implementación del metaverso "MatVers: El Metaverso de las Matemáticas" dirigido a niños de primer grado en el nivel de educación primaria.

Construido en Roblox, MatVers es un entorno virtual (ver Fig. 2) enfocado en el aprendizaje del conteo de números, la asociación de unidades y decenas y sumas de uno y dos dígitos. Para lograr la integración del metaverso "MatVers" en el proceso educativo, se utilizó un enfoque basado en los modelos de integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación, específicamente los modelos SAMR (Sustitución, Ampliación, Modificación, Redefinición) [36] y TPACK (Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y de Contenido) [37] que permitieron diseñar y desarrollar un entorno de aprendizaje que integra de manera innovadora conceptos y principios matemáticos de forma interactiva.

MatVers se compone de seis entornos virtuales diseñados específicamente para atraer la atención de niños de entre 6 y 8 años, utilizando temas que naturalmente despiertan su curiosidad, como dinosaurios, planetas, etc. y está disponible en la plataforma de Roblox o a través del enlace <https://www.roblox.com/games/1287042133>

[6/MatVers-El-metaverso-de-las-matemáticas](#). Cada uno de los mundos virtuales contenidos en MatVers tiene la capacidad de comunicarse con los demás de manera fluida y efectiva, esta integración entre los entornos virtuales no solo facilita la navegación, sino que también promueve una interacción enriquecedora, permitiendo que los niños aprendan conceptos matemáticos de manera práctica y creativa en una variedad de contextos, logrando no solo que las matemáticas sean accesibles, sino que también las convierte en una aventura interactiva y educativa que estimula la imaginación y el aprendizaje continuo.



Figura 2. MatVers: El Metaverso de las Matemáticas.

Durante el desarrollo de este caso de estudio se contó con la participación de docentes y dos grupos de alumnos de primer grado de entre 6 y 8 años de una escuela primaria ubicada en la región Orizaba-Córdoba del estado de Veracruz, México. El primero de los grupos (grupo A) interactuó con MatVers en intervalos de 30 minutos diarios durante tres meses como un recurso de aprendizaje en sus clases de matemáticas, mientras que el segundo grupo (grupo B) continuó con sus actividades académicas normalmente sin la intervención del metaverso.

Para dar seguimiento y recopilar información sobre el impacto del uso de MatVers en el proceso de aprendizaje de los grupos A y B se plantearon las preguntas mostradas en la Tabla 1. Asimismo se llevaron a cabo evaluaciones (Ver Tabla 2), basadas en una escala de Likert [38], a docentes para

obtener información sobre la percepción y experiencia de los niños respecto al uso del metaverso en su aprendizaje de matemáticas, así como identificar aspectos positivos, desafíos y áreas de mejora potenciales.

Tabla 1. Cuestionario dirigido a estudiantes participantes en el caso de estudio.

Pregunta	Si	No
¿Te pareció interesante el uso de MatVers en tu clase de matemáticas?		
¿Te sentiste más motivado o interesado en aprender matemáticas con el metaverso?		
¿Crees que el metaverso te ayudó a entender mejor los conceptos de conteo, sumas y asociación de unidades y decenas?		
¿Encontraste alguna dificultad o desafío al utilizar el metaverso en las actividades de matemáticas?		
¿Te gustaría seguir utilizando el metaverso para aprender matemáticas en el futuro?		

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección, se presentan los resultados del estudio sobre el uso del metaverso en el contexto educativo para el aprendizaje del conteo de números, sumas de dos dígitos y asociación de unidades y decenas en niños de primer grado de primaria. Además, se discuten su relevancia en el campo de la educación para futuras investigaciones.

Los datos recolectados durante la investigación se obtuvieron mediante una combinación de métodos, incluyendo entrevistas individuales, cuestionarios y observación directa. Estos métodos permitieron evaluar el nivel de satisfacción de los participantes con la herramienta del metaverso y su experiencia de aprendizaje. A través de entrevistas individuales, se profundizó en las percepciones y opiniones de los participantes sobre el uso del metaverso en el aprendizaje de matemáticas. Los cuestionarios fueron utilizados para recopilar datos cuantitativos sobre la percepción de los participantes, mientras que a través de observaciones directas durante las sesiones de aprendizaje en el metaverso se captaron las interacciones de los niños con la herramienta, su nivel de participación, su grado de comprensión de los conceptos matemáticos y cualquier dificultad técnica o de adaptación que enfrentaron.

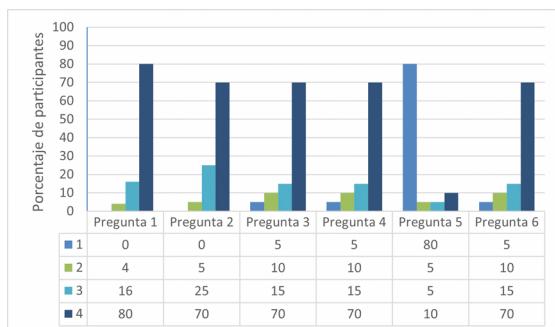
Tabla 2. Cuestionario dirigido a docentes participantes en el caso de estudio.

Pregunta	Completamente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
Q1. En general, ¿el uso del metaverso mejoró el interés de los niños por las matemáticas?					
Q2. MatVers ayudó a los niños a comprender mejor los conceptos de conteo, sumas y asociación de unidades y decenas					
Q3. ¿Observaste cambios en la participación y motivación de los niños al utilizar el metaverso en comparación con otros métodos de enseñanza?					
Q4. ¿Ha observado una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas después de utilizar MatVers?					
Q5. ¿Hubo algún desafío o dificultad (red, seguridad, tecnología, etc.) específica al utilizar MatVers como herramienta de enseñanza?					
Q6. ¿Recomendaría el uso del metaverso como herramienta de aprendizaje en matemáticas para otros docentes?					

Los resultados de la investigación recolectados indican que el uso del metaverso tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de los niños en las áreas mencionadas. Como se muestra en la Figura 3, del 100 % de participantes el 96 % de ellos respondió positivamente a la pregunta 1 mientras que a la pregunta número dos el 75 % dijo que sí, por lo cual se concluye que los niños mostraron un mayor nivel de compromiso y entusiasmo durante las actividades en el metaverso lo que sugiere un aumento en su motivación para aprender matemáticas. En cuanto al conteo de números, el grupo A mostró una mejora notable en la identificación y secuenciación de los números en comparación con el grupo B. También se observó un avance en su capacidad para realizar sumas de dos dígitos, demostrando una comprensión más profunda de los procesos de adición.

La utilización del metaverso en la asociación de unidades y decenas resultó especialmente beneficiosa. Los niños mostraron una mejor comprensión de la estructura numérica y de la importancia de agrupar unidades en decenas. Lo anterior de concluye después de analizar la pregunta número 3, dado que el 80 % respondió que el metaverso los ayudó a entender mejor los conceptos propuestos debido a que los entornos virtuales del metaverso permitieron a los niños explorar y experimentar conceptos matemáticos en un contexto interactivo y atractivo.

Es importante destacar que, si bien los resultados fueron en su mayoría positivos, también se identificaron desafíos durante la implementación del metaverso. Algunos niños (15 % de los participantes) enfrentaron dificultades técnicas o de adaptación al entorno virtual, lo que requirió un apoyo adicional por parte de los docentes. En general, los hallazgos de este estudio respaldan la efectividad del metaverso como una herramienta prometedora para el aprendizaje de matemáticas en niños de primer grado de primaria (el 95 % mencionó que le gustaría seguir utilizando el metaverso).

**Figura 3.** Resultados sobre el impacto de MatVers en niños de primer grado de primaria.

Por su parte, los docentes participantes evaluaron diversos aspectos del metaverso utilizando una escala de Likert, como la comprensión de los conceptos matemáticos por parte de los estudiantes y la utilidad en el aprendizaje en comparación con métodos de enseñanza tradicionales.

Como se puede observar en la Figura 4, en relación con la Q1, el 96 % de los docentes respondió que el uso del metaverso mejoró el interés de los niños por las matemáticas. 40 % de los participantes estuvieron totalmente de acuerdo en que MatVers ayudó a los niños a comprender mejor los conceptos de conteo, sumas y asociación de unidades y decenas. Respecto a la Q3, el 70 % mencionó que observaron cambios en la participación y motivación de los niños al utilizar el metaverso en comparación con otros métodos de enseñanza tradicionales mientras que el 70 % estuvo totalmente de acuerdo en que hubo una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas después de utilizar MatVers. Asimismo el 10 % opinó que encontraron algún desafío al utilizar MatVers como herramienta de enseñanza destacando principalmente la conectividad a Internet y la disposición de la tecnología, los cuales constituyen un reto a abordar en el futuro. Sin embargo, a pesar de las dificultades presentadas el 70 % de los docentes estuvo totalmente de acuerdo en recomendar el uso del metaverso como herramienta de aprendizaje en matemáticas a otros docentes.

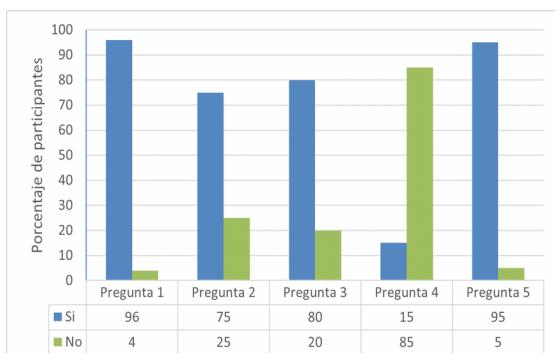


Figura 4. Resultados sobre el impacto de MatVers desde la perspectiva docente.

6. CONCLUSIONES

El uso del metaverso en el contexto educativo mediante la implementación de MatVers en el primer grado del nivel primaria en México han sido objeto de estudio en este artículo, los resultados obtenidos destacan su

potencial para transformar el panorama educativo dado que a través del uso de tecnologías inmersivas y plataformas de realidad virtual, se ha demostrado que el metaverso puede proporcionar experiencias de aprendizaje enriquecedoras y participativas.

Los hallazgos mostraron que la integración de MatVers en entornos educativos fue altamente beneficiosa en términos de acceso a recursos y experiencias educativas logrando superar las limitaciones físicas y geográficas, ya que esta implementación permitió a los alumnos participantes explorar virtualmente entornos como el espacio exterior o la era Mesozoica. Dichos escenarios virtuales crearon una experiencia de aprendizaje inmersiva y motivadora que facilitó el desarrollo de habilidades matemáticas fundamentales. Estos resultados resaltan la importancia de integrar tecnologías emergentes en la enseñanza de las matemáticas y brindan una base sólida para futuras investigaciones en este campo.

Sin embargo, es importante reconocer que existen desafíos y limitaciones asociados con la implementación del metaverso en la educación. La disponibilidad y el costo de la tecnología, el ajuste de los estudiantes a un entorno digital y la necesidad de capacitación docente son aspectos que deben abordarse para garantizar una adopción efectiva y equitativa.

En conclusión, este estudio resalta el potencial del metaverso como una herramienta efectiva para involucrar y motivar a los estudiantes, facilitando la comprensión de conceptos matemáticos de manera más interactiva y significativa. La implementación del metaverso puede abrir nuevas oportunidades de aprendizaje, promover la participación de los estudiantes y fomentar el desarrollo de habilidades relevantes para el futuro. Sin embargo, se requiere un enfoque cuidadoso y una planificación adecuada para superar los desafíos y garantizar una implementación

efectiva y equitativa del metaverso en los entornos educativos.

Como trabajo a futuro, se propone ampliar el alcance de MatVers en el primer año de primaria, con el objetivo de mejorar su potencial. Esto se logrará mediante la incorporación de operaciones matemáticas de restas, así como la creación de nuevas experiencias virtuales para abarcar temas matemáticos de niveles superiores.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) para el desarrollo de este proyecto..

REFERENCIAS

- [1] INEE. La educación obligatoria en México - Informe 2019. Recuperado el 09 de mayo de 2023, de https://www.inee.edu.mx/medios/informe2019/step_01/cap_0302.html, 2019.
- [2] Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. Los aprendizajes fundamentales en América Latina y el Caribe, Evaluación de logros de los estudiantes: Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019); Resumen ejecutivo, Recuperado el 09 de mayo de 2023, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380257>, 2019.
- [3] Microsoft Corporation. Minecraft Education. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://education.minecraft.net/en-us>, 2023.
- [4] Linden Research Inc. Second Life - Virtual Worlds, Virtual Reality, VR, Avatars, and Free 3D Chat. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://secondlife.com>, 2023.
- [5] Suh, W., Ahn, S. Utilizing the Metaverse for Learner-Centered Constructivist Education in the Post-Pandemic Era: An Analysis of Elementary School Students. *Journal of Intelligence*. 2022, 10(1). doi: [10.3390/jintelligence10010017](https://doi.org/10.3390/jintelligence10010017).
- [6] Tlili, A., Huang, R., Shehata, B. et al. Is Metaverse in education a blessing or a curse: a combined content and bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*. 2022, 9(24). doi: [10.1186/s40561-022-00205-x](https://doi.org/10.1186/s40561-022-00205-x).
- [7] Hwang, GJ., Chien, SY. Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2022, 3, 100082. doi: [10.1016/j.caai](https://doi.org/10.1016/j.caai).
- [8] Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., Jo, S. Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*. 2021, 18. doi: [10.3352/jeehp.202118.32](https://doi.org/10.3352/jeehp.202118.32).
- [9] Karsenti, T., Bugmann, J., Gros, P. *Transforming Education with Minecraft? Results of an exploratory study conducted with 118 elementary-school students*. Montréal: CRIFPE, 2017.
- [10] Hewett, KJ., Zeng, G., Pletcher, BC. The Acquisition of 21st-Century Skills Through Video Games: Minecraft Design Process Models and Their Web of Class Roles. *Simulation & Gaming*. 2020, 51(3), 336-364. doi: [10.1177/1046878120904976](https://doi.org/10.1177/1046878120904976).
- [11] Nkadieng, M., Ankiewicz, P. The Affordances of Minecraft Education as a Game-Based Learning Tool for Atomic Structure in Junior High School Science Education. *Journal of Science Education and Technology*. 2022, 31(5), 605-620. doi: [10.1007/s10956-022-09981-0](https://doi.org/10.1007/s10956-022-09981-0).
- [12] Manisha., Mantri, A. An Augmented Reality Application for Basic Mathematics: Teaching and Assessing Kids' Learning Efficiency. En: 5th International Conference on Computing, Communication, Control and Automation. Pune, India. 2019, 1-4. doi: [10.1109/ICCUBEA47591.2019.9129083](https://doi.org/10.1109/ICCUBEA47591.2019.9129083).
- [13] Es-Sajjade, A., Paas, F. Educational theories and computer game design: lessons from an experiment in elementary mathematics education. *Educational Technology Research and Development*. 2020, 68(5), 2685-2703. doi: [10.1007/s11423-020-09799-w](https://doi.org/10.1007/s11423-020-09799-w).
- [14] Akman, E., Çakır, R. The effect of educational virtual reality game on primary school students' achievement and engagement in mathematics. *Interactive Learning Environments*. 2020, 31(3), 1467-1484. doi: [10.1080/10494820.2020.1841800](https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1841800).
- [15] Stephenson, N. *Snow Crash*. 1992.
- [16] Bojic, L. Metaverse through the prism of power and addiction: what will happen when the virtual world becomes more attractive than reality? *European Journal of Futures Research*. 2022, 10(22). doi: [10.1186/s40309-022-00208-4](https://doi.org/10.1186/s40309-022-00208-4).
- [17] Hennig-Thurau, T., Aliman, D., Herting, A., Cziehso, G., Linder, M., Kübler, R. Social interactions in the metaverse: Framework, initial evidence, and research roadmap. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 2022, 51, 889-913. doi: [10.1007/s11747-022-00908-0](https://doi.org/10.1007/s11747-022-00908-0).
- [18] Meta. *What is the metaverse?* Recuperado el 7 de mayo de 2023, de <https://about.meta.com/what-is-the-metaverse>, 2023.
- [19] Shaw, F. X. Microsoft Cloud en Ignite 2021: Metaverso, IA e hiperconectividad en un mundo híbrido. Recuperado el 8 de mayo de 2023, de <https://news.microsoft.com/es-xl/microsoft-cloud-en-ignite-2021-metaverso-ia-e-hiperconectividad-en-un-mundo-hibrido>, 2021.
- [20] Ritterbusch, G., Teichmann, M. Defining the Metaverse: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*. 2023, 11, 12368-12377. doi: [10.1109/ACCESS.2023.3241809](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3241809).

- [21] Sisson, D. Guide to the Metaverse in 15 minutes. Recuperado el 8 de mayo de 2023, de <https://www.danielssisson.com/articles/guide-to-the-metaverse-in-15-minutes>, 2020.
- [22] Radoff, J. The Metaverse Value-Chain. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://medium.com/building-the-metaverse/the-metaverse-value-chain-afcf9e09e3a7>, 2021.
- [23] E. Cline, Ready Player One. Random House Publishing Group. 2012.
- [24] McKinsey & Company. Value creation in the metaverse: The real business of the virtual world. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/marketing%20and%20sales/our%20insights/value%20creation%20in%20the%20metaverse/Value-creation-in-the-metaverse.pdf>, 2022.
- [25] Ramadan, Z. Marketing in the metaverse era: toward an integrative channel approach. *Virtual Real*, 2023, 27, 1905–1918. doi: [10.1007/s10055-023-00783-2](https://doi.org/10.1007/s10055-023-00783-2).
- [26] Linden Research Inc. Second Life-Virtual Worlds, Virtual Reality, VR, Avatars, and Free 3D Chat. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://secondlife.com>, 2023.
- [27] Dubit Limited. Dubit Guide to Roblox for Brands. Recuperado el 1 de mayo de 2023, de <https://dubit.docsend.com/view/yytafc4a42a83pbqg>, 2020.
- [28] Roblox Corporation. Roblox Education. Recuperado el 2 de mayo de 2023, de <https://education.roblox.com>, 2023.
- [29] Microsoft. Minecraft Education. Recuperado el 8 de mayo de 2023, de <https://learn.microsoft.com/es-mx/training/educator-center/product-guides/minecraft>, 2023.
- [30] Abrol, A. Sandbox Metaverse - An Ultimate Guide. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://www.blockchain-council.org/metaverse/sandbox-metaverse>, 2023.
- [31] Abrol, A. Decentraland Metaverse - A Complete Guide. Recuperado del 10 de mayo de 2023, de <https://www.blockchain-council.org/metaverse/decentraland-metaverse>, 2023.
- [32] Cui, L., Zhu, C., Hare, R., Tang, Y. MetaEdu: a new framework for future education. *Discover Artificial Intelligence*. 2023, 3(10). doi: [10.1007/s44163-023-00053-9](https://doi.org/10.1007/s44163-023-00053-9).
- [33] Digital Family. ¿Qué es Roblox y cuáles son sus ventajas para el aprendizaje? Recuperado el 8 de mayo de 2023, de <https://digitalfamily.mx/innovandojuntos/que-es-roblox-y-cuales-son-sus-ventajas-para-el-aprendizaje/#:~:text=Aprendizaje%20inmersivo&text=De%20ahí%20su%20potencial%20educativo,y%20aprendan%20a%20desarrollar%20videojuegos>, 2022.
- [34] Federal Trade Commission - Protecting American's Consumers. *Children's Online Privacy Protection Rule (COPPA)*. Recuperado el 8 de mayo de 2023, de <https://www.ftc.gov/legal-library/browse/rules/childrens-online-privacy-protection-rule-coppa>, 1998.
- [35] Terada, Y. SAMR: eDUTOA Powerful Model for Understanding Good Tech Integration. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://www.edutopia.org/article/powerful-model-understanding-good-tech-integration>, 2020.
- [36] Koehler, M. J. What is TPACK? Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <http://www.tpack.org>, 2012.
- [37] Llauradó, O. La escala de Likert: qué es y cómo utilizarla. Recuperado el 11 de mayo de 2023, de <https://www.netquest.com/blog/es/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla>, 2014.

ACERCA DE LOS AUTORES



Santa Teresita González Tezoco. Egresada de la Ingeniería en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica (ITSZ) en 2018, ha demostrado una sólida formación académica y un compromiso constante con la excelencia. En 2024 ha obtenido el grado de Maestra en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Orizaba, donde se enfocó en investigaciones relacionadas con la implementación de tecnologías de metaverso en la educación primaria. Durante su maestría, desarrolló estudios pioneros que exploraron las aplicaciones prácticas y los beneficios de estas tecnologías en el ámbito educativo.



Ulises Juárez Martínez. Realizó su investigación doctoral sobre la programación orientada a aspectos con capacidades de corte en variables locales, obteniendo una plataforma para la verificación de aseveraciones a tiempo de ejecución. Actualmente es profesor investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Orizaba. Sus áreas de interés incluyen: tecnologías de metaverso, inteligencia

artificial, ingeniería de software, líneas de productos de software y lenguajes naturalísticos de propósito general.



Adolfo Centeno Téllez. Obtuvo el título de Ingeniero en Informática por el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz, México, en 2000, y el Doctorado en Ingeniería de Software por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, México en 2014. Sus intereses de investigación actuales son Métodos Ágiles, aplicaciones de Técnicas de Inteligencia Artificial en Ingeniería de Software, Cómputo en la Nube y Cómputo Cuántico.

ciudad de Cuernavaca, Mor. en el año 1991. Desde el año 1995 es profesora-investigadora en el área de posgrado del Instituto Tecnológico de Orizaba, en la ciudad de Orizaba, Ver. México. Su línea de investigación es la Ingeniería de Software. La M.C. Abud es miembro de IEEE.



Lisbeth Rodríguez Mazahua. Licenciada en Informática (2000-2004) y Maestra en Ciencias Computacionales egresada del Instituto Tecnológico de Orizaba (2005-2007). Estudió el Doctorado en Ciencias en Computación en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN) de 2008 a 2012. Fue profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Estado de México de febrero de 2012 a enero de 2014. Realizó una estancia posdoctoral en el Instituto Tecnológico de Orizaba de febrero de 2014 a enero de 2016. Desde marzo de 2016 trabaja como profesora-investigadora en el Instituto Tecnológico de Orizaba. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde el 2016. Sus áreas de interés son Bases de Datos, Minería de Datos y Big Data.



María Antonieta Abud Figueroa. Nació en la ciudad de Orizaba, Ver. Es ingeniero en electrónica por la UAM-Iztapalapa, México DF en el año 1984, y maestra en ciencias en sistemas de información por el ITESM-Morelos, en la