

Artículo científico de investigación

DOI: <http://doi.org/10.15517/revedu.v48i2.58523>

## Desarrollo de primera defensa de Trabajo Final de Investigación Aplicada a la Maestría realizada en el Metaverso en Costa Rica

*Development of the First Defense of Applied Research Final Thesis for the Master's Degree Conducted in the Metaverse in Costa Rica*

Beyker Stefan Obando Zambrano  
Universidad de Costa Rica  
Guanacaste, Costa Rica  
[beyker.obando@ucr.ac.cr](mailto:beyker.obando@ucr.ac.cr)  
<https://orcid.org/0000-0001-5467-7074>

Recepción: 06 de marzo de 2024  
Aceptado: 20 de junio de 2024

### ¿Cómo citar este artículo?

Obando-Zambrano, B. S. (2024). Desarrollo de primera defensa de Trabajo Final de Investigación Aplicada a la Maestría realizada en el Metaverso en Costa Rica. *Revista Educación*, 48(2). <http://doi.org/10.15517/revedu.v48i2.58523>

Esta obra se encuentra protegida por la licencia Creativa Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



## RESUMEN

La presente investigación describe los aspectos fundamentales a considerar al desarrollar la defensa de un Trabajo de Investigación Aplicada en el Metaverso. Para cumplir con esta finalidad, se exploran temas como el costo de implementar este tipo de actividades y los requisitos de hardware, software y conectividad necesarios para lograr con éxito una actividad en el Metaverso. La metodología adoptada para alcanzar este propósito es descriptiva, con un enfoque mixto. Tomando como referencia la defensa del Trabajo Final de Investigación Aplicada realizada en el metaverso en junio de 2023, vinculada al posgrado en Tecnologías de Información y Comunicación para la Gestión Organizacional de la Universidad de Costa Rica. A través de esta prueba piloto, se logró evidenciar la viabilidad de utilizar estas tecnologías en entornos educativos. Consolidándose como una herramienta novedosa, para la creación de sesiones de exposición de trabajos universitarios en el Metaverso. Además, se destacó la importancia de considerar aspectos como los efectos de la utilización prolongada de la realidad virtual, los impactos a nivel fisiológico y los detalles de diseño de los dispositivos. Finalmente, se subraya la necesidad de establecer nuevas regulaciones que proporcionen un protocolo claro sobre el uso de la tecnología de realidad virtual y Metaverso en el ámbito académico. El propósito de estas regulaciones es incentivar y guiar adecuadamente la utilización de estas tecnologías a nivel académico, asegurando su integración de manera efectiva y responsable.

**PALABRAS CLAVE:** Realidad virtual, Metaverso, Tecnologías de información, Educación, Internet.

## ABSTRACT

This research describes the fundamental aspects to consider when developing the defense of an Applied Research Work in the Metaverse. To achieve this goal, topics such as the costs associated with implementing such activities and the hardware, software, and connectivity requirements necessary for successfully conducting activities in the Metaverse are explored. The methodology adopted for this purpose is descriptive with a mixed approach. Drawing on the defense of the Final Applied Research Work conducted in the Metaverse in June 2023, associated with the postgraduate program in Information and Communication Technologies for Organizational Management at the University of Costa Rica, this pilot test demonstrated the feasibility of using these technologies in educational environments. It has emerged as an innovative tool for creating sessions for presenting university work in the Metaverse. Additionally, it emphasizes the importance of considering aspects such as the effects of prolonged use of virtual reality, physiological impacts, and device design details. Finally, it underscores the need to establish new regulations that provide a clear protocol for the use of virtual reality and the Metaverse in academic settings. These regulations aim to encourage and effectively guide the use of these technologies at an academic level, ensuring their integration is both effective and responsible.

**KEYWORDS:** Virtual Reality, Metaverse, Information Technologies, Education, Internet.

## INTRODUCCIÓN

La tecnología provoca una transformación en todos los sectores de la sociedad. A diario, emergen nuevos aplicativos tecnológicos que facilitan el acceso a la información. De acuerdo con [Urquijo-Valdivielso \(2017\)](#), la tecnología tiene un impacto positivo en “todos los aspectos sociales, políticos, económicos y culturales. Las TIC son de gran ayuda en tantos aspectos y cuestiones que, en la actualidad, resulta difícil, incluso imposible, concebir un mundo sin las nuevas tecnologías” (p. 45). Esto conduce a que las personas desarrollen una mayor dependencia de los dispositivos tecnológicos, convirtiendo el uso de estas herramientas en la forma más óptima para la transmisión de información y, por ende, de conocimiento.

Dada la naturaleza de la tecnología como una forma de transmitir conocimiento, resulta innegable su relación intrínseca con la educación. No obstante, su integración en los procesos de enseñanza-aprendizaje debe llevarse a cabo con objetivos concretos y, a su vez, con regulaciones que permitan establecer parámetros de medición sobre el beneficio de la tecnología en los procesos educativos. Según [Torres-Cañizález y Cobo-Beltrán \(2017\)](#), “es imperativo tener claros cuáles son los beneficios que las alternativas tecnológicas podrían aportar para lograr que los estudiantes aprendan más, mejor y de manera diferente” (p. 36). Estos beneficios solo pueden llevarse a cabo mediante la incursión e investigación del impacto ejercido por las innovaciones tecnológicas en la educación.

Además, es necesario comprender que la introducción de recientes tecnologías en la educación, como la realidad virtual y, por ende, el Metaverso, modifican significativamente diversas actividades académicas. Puesto que es común observar cómo las presentaciones de proyectos, las reuniones y las conferencias se trasladan a este nuevo tipo de entornos virtuales. Según [Bosada \(2022\)](#), estas tecnologías de realidad virtual y Metaverso “tendrán un impacto significativo, destacándose en el ámbito de la educación y formación virtual con un 63%, seguido por el entretenimiento (61%), los videojuegos (57%), las reuniones de trabajo (55%) y la forma de socializar” (párr. 13). Por lo tanto, es imperativo analizar cómo estas tecnologías influyen en el entorno académico para fomentar su integración en las instituciones educativas.

Por lo expuesto anteriormente, la presente investigación tiene como objetivo destacar los elementos esenciales para la realización de la defensa de un Trabajo de Investigación Aplicada en el Metaverso. Para lograr dicho propósito, se toma como referencia la defensa de tesis realizada en junio de 2023, titulada *Propuesta de Modelo de Gestión Basado en Tecnologías de Realidad Virtual y Aumentada como Estrategia Didáctica en el Colegio Técnico Profesional de Nicoya*. Este evento representó un hito al convertirse en la primera defensa realizada en este tipo de entorno virtual en Costa Rica y Centroamérica, como parte del posgrado en Tecnologías de Información y Comunicación para la Gestión Organizacional de la Universidad de Costa Rica.

En este contexto, el estudio profundiza en los procedimientos metodológicos esenciales para llevar a cabo tales actividades en el Metaverso. Para ello, se abordan tanto los aspectos técnicos relativos al software, hardware, conectividad y procedimientos; así como, los costos asociados con el desarrollo de estas iniciativas.

Por último, se exploran a nivel de conclusiones y recomendaciones las consideraciones pertinentes en relación con la formación y vivencia de las personas participantes en esta actividad. El objetivo es comprender su experiencia en el uso de estos espacios virtuales y su relación con la educación, así como los aspectos relevantes a considerar a nivel reglamentario para que este tipo de actividades pueda desarrollarse en las instituciones académicas con éxito. Actualmente, no existe normativa que regule el uso de estas tecnologías.

### Referente teóricos

La sinergia entre educación superior y tecnología emerge como un pilar importante en una sociedad cada vez más dependiente de las tecnologías de información y comunicación (TIC). Para [Herre-ra-Pérez y Ochoa-Londoño \(2022\)](#) resulta necesario incorporar la tecnología en los procesos educativos, debido a la necesidad de equipar al estudiantado universitario con las competencias esenciales para afrontar los retos de una sociedad interconectada y cada vez más dependiente de los avances tecnológicos. La acelerada evolución de las TIC ha reconfigurado la forma en que se comunican, trabajan y, sobre todo, aprenden las personas. Por esta razón, reconocer la interdependencia entre estas dos esferas resulta crucial, ya que habilita la posibilidad de descubrir, evaluar y aprovechar innovadoras herramientas y estrategias que potencien las capacidades de quienes se encuentran inmersos en el proceso de aprendizaje.

Todo lo anterior permite identificar que la educación superior se encuentra intrínsecamente ligada a la tecnología. Para [Sancho-Gil et al. \(2015\)](#), la tecnología educativa ha enriquecido el ecosistema educativo al proporcionar un acceso ilimitado a recursos y al fomentar la colaboración y la innovación. Desde la implementación de herramientas tecnológicas dentro de las aulas hasta la adopción de plataformas de aprendizaje en línea, la tecnología se ha convertido en un recurso insustituible. No obstante, su papel va más allá de facilitar la enseñanza; también desempeña una función fundamental en el desarrollo de habilidades cognitivas y en la preparación de estudiantes para una integración exitosa en una sociedad marcada por la revolución digital.

Por otra parte, [Serrano et al. \(2016\)](#) mencionan que las innovaciones tecnológicas emergen de forma significativa apoyadas por el desarrollo del Internet. Por esta razón es importante comprender cómo aplicarlas de manera efectiva en el proceso de aprendizaje con la finalidad de potenciar las habilidades de los estudiantes, bajo el uso de aplicativos webs. Desde el uso de la inteligencia artificial para adaptar la enseñanza a estilos individuales de aprendizaje hasta la implementación de herramien-

tas interactivas como la realidad virtual y Metaverso que fomentan la participación activa de las y los estudiantes en entornos digitales.

Asimismo, es importante comprender el impacto de la evolución tecnológica en las actividades universitarias, debido a que esta comprensión permite regular actividades que han sido favorecidas por el rápido avance de las TIC. Además, las universidades tienen el papel fundamental de liderar e incentivar a la población estudiantil para convertir el entorno universitario en un semillero de innovación tecnológica.

### **Recursos necesarios para incorporar la tecnología en la educación superior**

Como se ha destacado previamente, la tecnología se posiciona como un aliado esencial en los procesos de aprendizaje. Sin embargo, su aplicación efectiva está sujeta a ciertas especificaciones técnicas que, aunque no formen parte directa de la dinámica educativa, resultan imprescindibles para garantizar un desarrollo óptimo. De acuerdo con [Cerdeira-M.S. \(2002\)](#), “el aprovechamiento de los recursos tecnológicos está estrechamente ligado al acceso que los usuarios tengan a estos” (p. 180).

Es por lo anterior que, dentro del ámbito técnico, [Valverde-Hernández y Paniagua-Esquivel \(2021\)](#) señalan que la infraestructura, los dispositivos electrónicos y la cobertura de internet son elementos indispensables para optimizar el potencial de la tecnología dentro de los centros educativos. En este sentido, la conectividad a Internet juega uno de los papeles más importantes, debido a que el [Diálogo Interamericano \(2021\)](#) indica que se debe contar con un mínimo de 10 MBPS de conexión o acceso a la red 4G, para que pueda ser implementada de forma básica la tecnología en los centros de educación. Sin embargo, esto se convierte en una limitante, puesto que no todos los centros educativos disponen de esta velocidad de conexión, o bien, no cuentan con la estabilidad de red necesaria para dar soporte al uso de nuevas tecnologías web.

Por otra parte, el recurso de infraestructura también representa un desafío importante. Debido a que en Costa Rica los centros de educación superior tienen diferentes características dependiendo de la zona en la que se encuentren. Según [Villalobos-Chacón \(2019\)](#)

En Costa Rica, en la última década, las universidades públicas han logrado aumentar la cobertura de sus programas, sus cupos y el presupuesto destinado a las sedes regionales. No obstante, a pesar de estos esfuerzos, la inversión en las sedes regionales universitarias sigue siendo insuficiente y contrastante cuando se compara con las sedes centrales. (p. 84)

Esto repercute de forma directa en las innovaciones tecnológicas que se pueden desarrollar dentro de una casa de enseñanza. Puesto que las limitaciones que tienen las regiones hacen que se desarrolle una brecha digital, lo cual puede tener consecuencias importantes en la formación profesional de los y las estudiantes universitarios.

A pesar de ello, el panorama no se presenta completamente desalentador, ya que los dispositivos electrónicos móviles, como el celular, emergen como un recurso importante. De acuerdo con datos de

Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL, 2017), el 96% de los hogares en Costa Rica poseían un teléfono móvil, utilizando este dispositivo como la herramienta más relevante para acceder a Internet. Esto evidencia que el teléfono móvil puede desempeñar un papel crucial al incorporar actividades tecnológicas en los centros de educación superior a nivel regional. Pues se ha convertido en la base de tecnologías novedosas como la inteligencia artificial, la realidad virtual y con ello el Metaverso.

En este contexto, [Mangisch-Moyano y Mangisch-Spinelli \(2020\)](#) destacan que la utilización de dispositivos móviles no se limita al ámbito educativo, sino que se extiende a diversas actividades, siendo tanto profesores como estudiantes usuarios habituales en sus jornadas laborales y personales. Este hecho sugiere que la tecnología móvil tendrá un impacto significativo en la comunicación, y es probable que su promoción a nivel universitario recaiga en docentes e investigadores.

### **Realidad virtual para apoyar procesos académicos**

Para comprender el apoyo que la realidad virtual puede generar en los procesos educativos es imperativo conocer su concepto. Según [Lara et al. \(2022\)](#):

Es un entorno de escenas y objetos de apariencia real —generado mediante tecnología informática— que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno se contempla a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de Realidad Virtual. (p. 598)

Como se puede evidenciar, este tipo de herramientas permite que las personas interactúen con el entorno virtual en el que se encuentran inmersos, estimulando de forma importante los sentidos de la visión y el oído. Asimismo, permite mejorar la interacción que se tiene en las sesiones virtuales, donde los estudiantes no pueden interactuar con el entorno.

En el mismo orden de ideas, hay que destacar que los teléfonos celulares están emergiendo como una nueva herramienta para la interacción en el ámbito de la realidad virtual. Según [Prado-Alvarez \(2016\)](#), la tecnología celular es la clave que podría posibilitar la adopción masiva de la realidad virtual. No obstante, es crucial subrayar la estrecha vinculación de este avance con el desarrollo de la red 5G. La implementación exitosa de esta red podría potenciar la capacidad de los dispositivos móviles, proporcionando un mayor grado de inmersión. Esto, a su vez, permitiría a los usuarios de la realidad virtual disfrutar de una interacción más dinámica y envolvente con el entorno virtual.

Esta interacción que se mencionó con anterioridad, recibe el nombre de inmersión. De acuerdo con [Pérez et al. \(2021\)](#) “consiste en lograr la percepción de estar físicamente presente en un mundo no físico, ya sea que se trate de la réplica de un contexto realista” (p. 964), por este motivo esta tecnología se proyecta como una nueva forma de realizar reuniones virtuales. Convirtiéndose en una nueva opción de interacción académica para los estudiantes. Sobre todo en temas o situaciones donde la distancia entre las personas motiva el desarrollo de actividades por medio de sesiones virtuales.

Por otro lado, la tecnología de realidad virtual experimenta un crecimiento significativo, como señala [Fernández \(2023\)](#), al registrar ingresos mundiales superiores a los 16.000 millones de dóla-

res estadounidenses en el año 2023. Se proyecta un aumento gradual en esta cifra, destacándose un crecimiento máximo del 52% en 2025, lo que subraya su importancia. Esto evidencia que la realidad virtual es una herramienta que debe ser objeto de análisis, tanto dentro como fuera de las instituciones educativas, dado que su integración en las actividades cotidianas es innegable.

Por lo tanto, el desarrollo de una proyección sobre el uso que se le dará a esta tecnología, prepara a las universidades para el futuro. En este escenario, las clases y actividades académicas respaldadas o impartidas mediante realidad virtual se volverán cada vez más comunes, transformándose en experiencias prácticamente tangibles. Esto afectará no solo la forma en que se imparten las clases, sino también diversas actividades dentro de las instituciones que requieren interacción, como ceremonias de graduación, defensas de proyectos y trabajos finales de graduación. La realidad virtual, al ofrecer una experiencia inmersiva, está destinada a redefinir la forma en que se desarrollan estos eventos, haciendo que la interacción sea más dinámica y realista.

### **Metaverso**

Ahora bien, es normal que se confunda el concepto de realidad virtual con el concepto de Metaverso. Sin embargo, existe una diferencia importante entre un concepto y otro. Para [Acevedo-Nieto \(2022\)](#), “Un metaverso es un universo online en permanente mutación, cambio y desarrollo” (p. 45) y, es el termino online que define la diferencia entre metaverso y realidad virtual. Puede existir la realidad virtual sin ingresar a un mundo o espacio que se encuentra en Internet, es decir, puede existir realidad virtual sin metaverso. Sin embargo, para acceder al metaverso es necesario contar con tecnología de realidad virtual y, sobre todo, disponer de equipos que permitan esta interacción en línea. A pesar de que los conceptos son distintos, están estrechamente relacionados debido a que ambos buscan crear un universo virtual que facilite la interacción humana de manera similar a la interacción en el mundo real. Teniendo claro el concepto, se puede evidenciar que a nivel educativo puede tener múltiples aplicativos. Permite que los estudiantes hagan uso de espacios virtuales en línea para el desarrollo de sus actividades académicas como tareas, reuniones e incluso defensa de trabajos de investigación. Sin duda su aplicativo es variado y es creatividad de los docentes buscar la forma en como estas herramientas pueden convertirse en aleadas para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

### **METODOLOGÍA**

El propósito de esta investigación es detallar los elementos fundamentales para la creación de sesiones educativas e interactivas en entornos de realidad virtual, también conocidos como Metaversos. Para ilustrar este enfoque, se examina el caso específico de la presentación de un Trabajo Final de Investigación Aplicada de maestría desarrollado en el Metaverso y, llevado a cabo en junio de 2023 como parte del programa de posgrado en Tecnologías de Información y Comunicación para la Gestión Organizacional de la Universidad de Costa Rica.

Es importante destacar que este estudio se adscribe al tipo descriptivo, ya que Según [Guevara et al. \(2020\)](#), este tipo de investigación se concentra en describir aspectos significativos presentes en conjuntos coherentes de eventos, utilizando métodos sistemáticos para analizar su configuración y comportamiento. Es por esta naturaleza descriptiva que el propósito de este trabajo es representar los elementos críticos a considerar al desarrollar iniciativas académicas dentro del Metaverso. Además, se pretende ofrecer un detallado análisis de los costos asociados con este tipo de proyectos, debido a que estos representan un factor crucial para el exitoso desarrollo de tales actividades.

Por otra parte, la investigación adopta un enfoque mixto que integra tanto la perspectiva cualitativa como la cuantitativa. Puesto que en primera instancia se llevaron a cabo entrevistas con las personas participantes de esta iniciativa, con la finalidad de comprender sus percepciones acerca del uso de nuevas herramientas tecnológicas en el ámbito académico. Asimismo, se realizó un análisis detallado de datos numéricos, centrándose especialmente en los costos asociados al desarrollo de este tipo de actividades.

Desde la perspectiva de [Pereira-Pérez \(2011\)](#), este enfoque de investigación mixto se destaca por su habilidad para fusionar estratégicamente diversas técnicas, métodos, perspectivas y vocabularios tanto cuantitativos como cualitativos en un solo estudio. Este enfoque, lejos de ceñirse a un solo paradigma o marco metodológico, se caracteriza por su flexibilidad y amplitud al integrar múltiples enfoques. Lo que enriquece la comprensión del objeto de estudio desde diferentes ángulos.

## **Materiales**

Dado que esta iniciativa requería recursos tecnológicos específicos, fue necesario elaborar una lista detallada de los requisitos necesarios para llevar a cabo la actividad de manera exitosa. Por lo tanto, se definieron requisitos en tres áreas clave: software, hardware y conectividad. A continuación, se explican en detalle cada uno de estos requisitos.

## **Software**

Tras una búsqueda exhaustiva, se seleccionó el software Meta Horizon Workrooms debido a su capacidad para facilitar reuniones en espacios de realidad virtual. Esta aplicación de la empresa Meta permite la creación gratuita de múltiples salas de reuniones y, ofrece acceso sin limitaciones temporales o de costos para hasta 50 personas en realidad virtual. Además, posibilita la participación de usuarios sin dispositivos de realidad virtual, ampliando la interacción en la reunión. Para facilitar la interacción entre los lentes de realidad virtual y la computadora, se implementó el software Meta Quest Remote Desktop, compatible con sistemas operativos Windows y MacOS, con un tamaño en memoria de 894 MB.

Asimismo, para la creación de la reunión y las configuraciones de la sala donde se desarrolló la defensa del Trabajo Final de Investigación Aplicada, se utilizó la aplicación web [workrooms.workplace.com](https://workrooms.workplace.com), la cual puede ser utilizada desde una computadora sin dispositivos de realidad virtual.

## Hardware

Para la actividad se utilizaron siete lentes de realidad virtual de la marca Meta Quest 2, con una capacidad de almacenamiento de 128 GB. En cada uno de los dispositivos se instaló la aplicación Meta Horizon Workrooms. Además de los lentes, se empleó una laptop con 8 GB de RAM y 500 GB de almacenamiento, con el software Meta Quest Remote Desktop para asegurar una interacción fluida entre la laptop y los lentes de realidad virtual, una vez que se estuviera desarrollando la sesión en el metaverso.

## Conectividad

Durante el evento se utilizaron tres redes diferentes en distintas zonas geográficas (dos en Liberia, Guanacaste y una en San Ramón, Alajuela). Cada una con una velocidad de internet mínima de 50 MBPS. Esta amplia conectividad garantizó un desarrollo fluido y sin inconvenientes durante la actividad.

## Métodos

Una vez confirmados los requisitos de hardware, software y conectividad, se procedió con los siguientes pasos junto a las siete personas que participaron en la defensa del Trabajo Final de Investigación Aplicada.

1. Inicialmente, se creó un usuario en la aplicación `workrooms.workplace.com` para cada participante en el metaverso. Para ello, se solicitó una foto tamaño pasaporte con el fin de personalizar un avatar para cada uno, buscando así una representación más fiel en el entorno virtual.

2. Posteriormente, se escogió una sala de reuniones en la aplicación Meta Horizon Workrooms, acorde a las especificaciones del evento. Dado que se trataba de la defensa de un trabajo final de investigación aplicada, se requería una sala con un entorno formal. Por esta razón, se modificó la sala del metaverso para incluir los elementos necesarios y cumplir con dicho propósito.

3. Como parte de una prueba piloto controlada, se dividió el grupo en tres partes: una persona se conectó desde el sector norte de Liberia, Guanacaste; otra desde el sector sur de la misma localidad y, las otras cinco personas desde la ciudad de San Ramón. Este último grupo utilizó la misma red de internet. Es relevante destacar que todas las conexiones contaban con una velocidad de 50 MBPS. Esta división se llevó a cabo con la intención de brindar mayor comodidad a aquellos participantes ubicados a mayor distancia. Y, al mismo tiempo, evaluar la calidad de conexión al Metaverso en zonas rurales de Costa Rica.

4. Para los individuos conectados desde Guanacaste, se llevó a cabo una capacitación previa de una hora. El propósito fue enseñarles a utilizar los dispositivos de realidad virtual Meta Quest 2. Además, se les proporcionó una guía detallada paso a paso para acceder a la reunión en el metaverso mediante la aplicación Meta Horizon Workrooms. En cambio, los otros cinco participantes recibieron soporte presencial, facilitando así el proceso de verificación de dispositivos y el acceso a la sala virtual.

5. Una vez que todos estuvieron conectados al espacio virtual, se llevó a cabo una breve verificación de sonido, conexión y grabación para asegurarse de que cada usuario cumpliera con los requisitos necesarios para la defensa del proyecto. Posteriormente, se procedió con la defensa que se desarrolló exitosamente durante tres horas.

6. En complemento a la sesión en el Metaverso, se creó una sesión en Zoom para grabar a todas las personas que utilizaron los lentes de realidad virtual durante la actividad. Esto permitió tener evidencia de que los usuarios de los visores de conexión al metaverso eran los invitados al evento de defensa del trabajo final de investigación.

## RESULTADOS

En términos generales, el desempeño de la actividad fue exitoso, evidenciado por la ejecución sin contratiempos significativos del evento. Este logro subraya la viabilidad de emplear metodologías de evaluación similares en el futuro, con el propósito de fomentar la creatividad entre los estudiantes y, establecer una sinergia efectiva entre la tecnología de realidad virtual y el ámbito educativo.

Desde una perspectiva cuantitativa, la investigación reveló que la realización de una actividad en el Metaverso demanda un presupuesto considerable, especialmente para la adquisición de equipos de realidad virtual. Los lentes de la marca Meta Quest 2, por ejemplo, tienen un costo individual aproximado de 500 dólares, lo que implica un desembolso de alrededor de 3500 dólares para obtener los 7 equipos necesarios. Este gasto, aunque significativo, se mitigó mediante la opción de alquiler temporal de los equipos, resultando en una inversión más moderada. Además, los demás requerimientos de software para la actividad no representaron un desembolso económico, lo que permitió que el costo total fuera moderado.

El resumen de costos previamente mencionados, se presentan de forma detallada en la [Tabla 1](#), que se exhibe a continuación. En ella, se desglosan los costos totales vinculados a la ejecución de la Defensa del Trabajo Final de Investigación Aplicada llevada a cabo en el Metaverso. Cabe destacar que, aunque en la tabla se identifica a la laptop como el mayor costo, este desembolso no se materializó, puesto que el equipo ya estaba disponible antes del inicio de la actividad.

**Tabla 1.**

Costos totales de realizar la actividad en el metaverso

Requerimientos	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Lentes de realidad virtual Meta Quest 2	7	\$60	\$420
Laptop (8 GB RAM)	1	\$700	\$700
Software Meta Horizon Workrooms	7	\$0	\$0
Software Meta Quest Remote Desktop	1	\$0	\$0
Software workrooms.workplace.com	7	\$0	\$0
<b>Total</b>	<b>23</b>		<b>\$1.120</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede evidenciar, el costo total de la actividad ascendió a \$1.120, una cifra que únicamente considera los equipos de hardware y software empleados. A estos elementos se les debe sumar el costo de la conectividad a Internet, el cual no pudo ser calculado precisamente, ya que esta conexión se derivaba de redes fijas destinadas originalmente para uso doméstico.

Por otra parte, los resultados cualitativos proporcionaron información valiosa, debido a que los 7 participantes entrevistados expresaron aspectos comunes que constituyen la base de los resultados presentados a continuación. Es crucial señalar que se abordan las variables de metodología, utilidad didáctica y aspectos fisiológicos, puesto que fueron los aspectos destacados por los participantes.

1. Metodología: A nivel metodológico, los participantes expresaron su aceptación hacia la incorporación de este tipo de tecnologías en los procesos de formación profesional. La interacción en un entorno virtual y diferente favorece el desarrollo de los sentidos. Esto permite a los participantes concentrarse más en los temas debatidos. Asimismo, participar en una sesión virtual, donde la interacción es similar a la vida cotidiana, elimina la barrera digital en los procesos educativos. Esto reestructura el concepto de presencialidad hacia un nuevo paradigma de presencia virtual.

2. Utilidad didáctica: En términos didácticos, los participantes destacaron la innumerable aplicabilidad de esta tecnología. La utilización de la realidad virtual en el Metaverso estimula los sentidos de la visión y el oído, convirtiendo el proceso de enseñanza-aprendizaje en una experiencia vivencial. Esto permite que los estudiantes se integren y se sientan parte de los temas abordados. Además, esta tecnología facilita la comprensión de temas complejos, como la ciencia. Permite a los estudiantes interactuar tridimensionalmente con conceptos que, de otra manera, serían difíciles de comprender mediante materiales en 2D, como hojas de papel.

3. Aspectos fisiológicos: Este aspecto fue mencionado por los participantes debido a que la utilización prolongada de la realidad virtual puede generar efectos fisiológicos que deben ser considerados antes de implementar este tipo de tecnología en procesos didácticos. Entre los efectos fisiológicos más mencionados se encuentran el dolor de cabeza, la desorientación, mareos, irritación en los ojos e incomodidad debido al peso de los dispositivos. No obstante, es esencial destacar que estos efectos se relacionan con la utilización de estos equipos por más de 3 horas consecutivas y, los efectos pueden variar según el tiempo de exposición de los participantes en este tipo de actividades.

Los resultados mencionados anteriormente son de relevancia para el desarrollo de actividades de realidad virtual en el Metaverso. Posibilita establecer un parámetro que considere aspectos que no son tan popularmente conocidos, como lo es el efecto fisiológico del uso prolongado de dispositivos de realidad virtual.

## DISCUSIÓN

Como punto de partida, es relevante considerar al Metaverso como una frontera nueva poco transitada y con una multiplicidad de aplicativos. Este universo virtual que trabaja con ayuda de Internet, plantea nuevas interrogantes y a la vez nuevas oportunidades. Ofrece una plataforma donde las personas pueden interactuar entre sí virtualmente, con una sensación cercana a la presencialidad. Ofreciendo una conexión social mayor a las que brindan las aplicaciones de reuniones virtuales en

planos bidimensionales. Es en esta característica de inmersión virtual, donde las personas participantes interactúan en un entorno creado por computadora, que el aplicativo tecnológico se convierte en una herramienta que puede redefinir la forma en la que socializan las personas y, con ello, la forma en la que adquieren el conocimiento.

Por tal motivo, se debe ver al Metaverso como aliado en los procesos sociales y educativos, dado que su integración cotidiana cambia la forma en la que se conciben los espacios académicos. Si en los entornos educativos se permite el uso de tecnologías para la comunicación por medio de video-llamadas, es claro pensar que el Metaverso se perfila como un entorno virtual para el desarrollo de actividades académicas. Por esta razón se debe comprender cuál es su alcance en términos educativos, pues anticipar su uso implica positivamente el establecimiento de protocolos normativos y de seguimientos adecuados que impulsen el desarrollo de estas tecnologías en las instituciones académicas.

Este enfoque adquiere más relevancia para esta investigación, al contemplar que la implementación del Metaverso puede darse en eventos institucionales significativos a nivel de la academia universitaria, como lo son las presentaciones de Trabajos Finales de Investigación. Por consiguiente, las instituciones deben analizar las medidas necesarias para que la población estudiantil vea en este entorno virtual una oportunidad innovadora de aprendizaje y, un espacio de interacción donde se puede dar la divulgación del conocimiento.

Aunado a esto, la investigación revela que la implementación de la tecnología de realidad virtual y del Metaverso conlleva costos económicos significativos. Para su uso se requieren herramientas tecnológicas esenciales para la interacción en entornos virtuales inmersivos, como los lentes de realidad virtual. El costo individual de este artículo es de aproximadamente 550 dólares. Esta barrera económica representa un reto considerable, pues es crucial fomentar su aplicación de manera adecuada en los sectores educativos. Y, de esta forma, evitar la creación de brechas tecnológicas que perjudiquen a las personas con limitaciones económicas.

Además, es importante reconocer que el uso de estas tecnologías demanda una capacitación adecuada por parte de los usuarios en entornos educativos. Sin una guía apropiada para fomentar su correcta aplicación, se corre el riesgo de obtener resultados contraproducentes.

Del mismo modo, en investigaciones futuras es crucial abordar de manera exhaustiva, los posibles efectos negativos del uso del Metaverso. Toda nueva tecnología conlleva oportunidades y amenazas, por lo que es necesario identificar áreas de mejora antes de su aplicación en entornos educativos.

Finalmente, cabe destacar que la investigación evidencia el potencial de Costa Rica para fomentar este tipo de iniciativas. Respaldo por una sólida infraestructura de Internet y electricidad, elementos fundamentales para adentrarse en estos campos. Además, resulta necesario considerar la tecnología de realidad virtual y Metaverso como una nueva frontera que ofrece modelos educativos innovadores, reformulando los enfoques pedagógicos de manera disruptiva. Asimismo, al llevar a cabo la defensa

de un Trabajo de Investigación Aplicada en el Metaverso, Costa Rica se posiciona como pionero en la región centroamericana en la adopción de esta tecnología. Brindando la oportunidad de introducir nuevas prácticas educativas innovadoras en el ámbito académico.

## CONCLUSIONES

Los hallazgos de la investigación indican que es viable realizar actividades académicas en el Metaverso. No obstante, para asegurar el éxito de la integración de este tipo de actividades en el ámbito educativo, es necesario tener en cuenta diversos aspectos técnicos, pedagógicos y reglamentarios. La incorporación de estas actividades en los procesos de enseñanza requiere competencias digitales que deben ser desarrolladas por aquellas personas que deseen ser usuarios de esta tecnología.

Dentro de las principales injerencias a considerar para el desarrollo de este tipo de actividades se encuentran las siguientes:

1. Según la infraestructura tecnológica de Costa Rica, es factible realizar la defensa de un Trabajo de Investigación Aplicada a nivel universitario. Para llevar a cabo este proceso, a nivel de hardware es necesario contar con unos lentes de realidad virtual y una computadora portátil. Por otra parte, a nivel de software, existen diversas opciones disponibles. Sin embargo, en la presente investigación se optó por las aplicaciones de Meta Horizon Workrooms, las cuales son gratuitas y de fácil manejo para los usuarios.

Ahora bien, en términos de conectividad, es importante considerar el número de participantes en la sesión virtual en el Metaverso. Se determinó que una velocidad de 50 MBPS es suficiente para una reunión en el Metaverso con hasta 10 participantes.

2. En cuanto a la capacitación, es crucial abordarla desde dos perspectivas distintas. En primer lugar, no es necesario que los usuarios oyentes o espectadores dentro del Metaverso cuenten con una vasta experiencia. Debido a que una breve explicación les permitirá interactuar e ingresar en este entorno virtual sin dificultades. Y, en segundo lugar, el líder de la sesión en el Metaverso sí debe poseer una amplia experiencia en este tipo de entornos. Pues debe manejar simultáneamente los lentes de realidad virtual, la computadora y la interacción con los participantes de la sesión virtual. Por lo tanto, el nivel de experiencia del líder de esta iniciativa será determinante para el éxito del evento.

3. Al desarrollar una sesión en el Metaverso, otro aspecto crucial a considerar es el costo económico para los participantes. En este sentido, es importante tener en cuenta que la interacción en el mundo virtual puede ser tanto inmersiva como no inmersiva. En el caso de la interacción inmersiva, los participantes necesitan equipos de realidad virtual que puedan conectarse a la web. Para la investigación en cuestión, se emplearon los lentes de realidad virtual de la marca Meta Quest 2, los cuales tienen un precio que oscila entre 550 y 600 dólares. Sin embargo, estos dispositivos también pueden ser adquiridos a través del sistema de renta, lo que reduce significativamente su costo. Cabe mencionar que, con este tipo de equipos, los participantes pueden interactuar de manera amplia en el universo virtual.

También es posible llevar a cabo interacciones no inmersivas, las cuales solo requieren un dispositivo celular o una computadora. A pesar de eso, la diferencia radica en que no hay interacción tridimensional con el entorno donde se desarrolla el evento.

4. Según las especificaciones técnicas de los equipos de la marca Meta Quest 2, se ha llegado a la conclusión de que las sesiones en el Metaverso no deben exceder las 3 horas de duración. Esto se debe al tiempo máximo de carga de los dispositivos, un aspecto crucial que debe considerarse al planificar y desarrollar un evento en este entorno virtual. De lo contrario, será necesario que los equipos estén conectados a una fuente de alimentación mediante un cable para garantizar la energía suficiente durante la actividad.

Este aspecto tiene implicaciones negativas que se han verificado durante la investigación. Mantener los dispositivos conectados reduce notablemente la movilidad de los participantes y provoca un calentamiento de los equipos. Además, la carga constante tiene efectos adversos en el funcionamiento de los dispositivos, haciéndolos más difíciles de manejar y disminuyendo su capacidad para grabar sesiones virtuales e interactuar en el metaverso.

5. Por último, en términos de las experiencias de los usuarios, se ha observado que las personas que participaron en la defensa llevada a cabo en el mundo virtual expresaron tener una experiencia totalmente novedosa y enriquecedora. Esta vivencia les permitió explorar un nuevo espacio virtual que estimulaba sus sentidos, al mismo tiempo que les ofrecía nuevas perspectivas en el ámbito educativo. De manera que revela oportunidades donde la tecnología del Metaverso puede contribuir significativamente al proceso de adquisición de conocimientos.

No obstante, a pesar de la valoración positiva de la tecnología, el equipo que participó en el evento reportó ciertos malestares fisiológicos, como dolores de cabeza, visión borrosa, desorientación y mareos. Estos aspectos deben ser evaluados con detenimiento al planificar y ejecutar iniciativas similares en el futuro. Es esencial abordar estos efectos secundarios y desarrollar estrategias para mitigarlos, garantizando así una experiencia más cómoda y segura para los usuarios del Metaverso.

### **Recomendaciones**

Dentro de este ámbito, resulta crucial llevar a cabo investigaciones que evidencien los efectos a mediano y largo plazo del uso de la realidad virtual, incluido el metaverso, en las personas. Actualmente, la información disponible no es suficiente para establecer un tiempo óptimo de utilización de estas herramientas. Además, es necesario considerar que los equipos de la marca Meta Quest 2 tienen una duración máxima de batería de 3 horas, lo cual es un factor clave al planificar actividades en el metaverso.

Adicionalmente, es de suma importancia tener en cuenta los efectos fisiológicos derivados del uso de la realidad virtual. La investigación reveló que todos los participantes experimentaron síntomas como mareo, desorientación, irritación en los ojos y leve dolor de cabeza después de la actividad.

Estos efectos deben ser explorados en mayor profundidad para determinar si varían según la edad de los participantes o si son reacciones naturales al uso de una nueva herramienta sensorial para el cuerpo humano.

Asimismo, se recomienda a las personas que participen en actividades en el Metaverso que consideren aspectos relacionados con el diseño de los lentes de realidad virtual. Este aspecto se vio resalado debido a que algunas personas experimentaron incomodidad debido al peso de los dispositivos, al calentamiento y a la posición de los botones de mando. La incomodidad se acentuaba al ajustar los lentes, lo que podía llevar a presionar accidentalmente botones que desorientaban al usuario.

Por último, es fundamental establecer regulaciones institucionales para que las universidades u otras instituciones educativas cuenten con un protocolo de acción que promueva el desarrollo de este tipo de iniciativas. Este punto adquiere relevancia, ya que, durante la defensa del Trabajo de Investigación Aplicada, la Universidad de Costa Rica carecía de regulaciones para el uso del Metaverso como herramienta para actividades académicas. Esta falta de regulación genera vacíos normativos que obstaculizan el avance de estas tecnologías en entornos educativos.

## REFERENCIAS

- Acevedo-Nieto, J. (2022). Una introducción al metaverso: conceptualización y alcance de un nuevo universo online. *Revista Científica de Estrategias, Tendencias e Innovación en Comunicación*, (24), 41-56. <http://dx.doi.org/10.6035/adcomunica.6544>
- Bosada-Morán, M. (2022). *El metaverso en la educación: oportunidades y retos*. Educaweb. <https://www.educaweb.com/noticia/2022/10/04/metaverso-educacion-retos-oportunidades-21018/>
- Cerda-M.S., C. (2002). Elementos a considerar para integrar las tecnologías del aprendizaje de manera eficiente en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Estudios Pedagógicos*, (28), 179-191. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052002000100011>
- Diálogo Interamericano. (2021). *El estado de la conectividad educativa en américa latina: Desafíos y oportunidades estratégicas*. Diálogo Interamericano. <https://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2021/11/El-estado-de-la-conectividad-educativa-en-America-Latina-Desafios-y-oportunidades-estrategicas-1.pdf>
- Fernández, R. (2023). *Crecimiento anual de los ingresos del mercado de la realidad virtual (RV) a nivel mundial de 2024 a 2030*. <https://n9.cl/4v9ay>
- Guevara, G., Verdesoto, A. y Castro, N. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. Saberes del Conocimiento.
- Herrera-Pérez, J. C. y Ochoa-Londoño, E. D. (2022). Análisis de la relación entre la educación y la tecnología. *Cultura, Educación y Sociedad*, 13(2), 47-68. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/culturaeducacionysociedad/article/view/3503/4193>
- Lara, D., Giler, M., Muñiz, J. y Alcivar, D. (2022). *La realidad virtual como recurso y herramienta útil para la docencia y la investigación*. Polo del conocimiento.

- Mangisch -Moyano, G. y Mangisch-Spinelli, M. (2020). El uso de dispositivos móviles como estrategia educativa en la universidad. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 201-216. <https://www.redalyc.org/journal/3314/331462375011/331462375011.pdf>
- Pereira-Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15(1), 15-29. <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194118804003.pdf>
- Pérez, S., Muñoz, A., Stefanoni, M. y Carbonari, D. (2021, 15-16 de abril). *Realidad virtual, aprendizaje inmersivo y realidad aumentada: Casos de Estudio en Carreras de Ingeniería* [Ponencia]. XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Chilecito, Argentina. <https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/120930/Ponencia.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prado-Alvarez, D. (2016). *Creación de Interfaces de Realidad Virtual Móvil en Unity 3D y Validación Experimental de sus Requisitos de Red* [tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. RiuNet Repositorio Institucional UPV. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/112997/Danaisy%20Prado%20Alvarez%20TFM.pdf?sequence=1>
- Sancho-Gil, J., Bosco-Paniagua, A., Alonso-Cano, C. y Sánchez-Valero, J. (2015). Formación del profesorado en Tecnología Educativa: de cómo las realidades generan los mitos. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 14(1), 17-30. <https://relatec.unex.es/index.php/relatec/article/view/1823/1368>
- Serrano-Sanchez, J., Gutiérrez-Portlán, I. y Prendes-Espinosa, M. (2016). Internet como recurso para enseñar y aprender: una aproximación práctica a la tecnología educativa. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(3), 169-170. <https://relatec.unex.es/index.php/relatec/article/view/2711/1935>
- Superintendencia de Telecomunicaciones [SUTEL]. (2017). *Estadísticas del sector de telecomunicaciones Costa Rica 2017*. Superintendencia de Telecomunicaciones. [https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/sutel\\_informe-esp\\_18\\_junio\\_ver\\_baja\\_0.pdf](https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/sutel_informe-esp_18_junio_ver_baja_0.pdf)
- Torres-Cañizález, P. y Cobo Beltrán, J. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. *Educare*, 68(21), 31-40. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35652744004.pdf>
- Urquijo-Valdivielso, J. (2017). Sociedad y nuevas tecnologías, ventajas e inconvenientes. *Revista Extremeña de Ciencias Sociales "ALMENARA"*, 9, 45-49. <https://sociologiaext.files.wordpress.com/2017/04/almenara-9.pdf>
- Valverde-Hernández, M. y Paniagua-Esquivel, C. (2021). Propuesta de Índice de acceso y tenencia de las TIC en centros educativos públicos en Costa Rica. *Innovaciones Educativas*, 23(Especial), 31-46. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rie/v23nspe1/2215-4132-rie-23-spe1-31.pdf>
- Villalobos-Chacón, F. (2019). Desafíos de la regionalización universitaria en Costa Rica. *Yulök Revista de Innovación Académica*, 3(1), 84-95. <https://revistas.utn.ac.cr/index.php/yulok/article/view/197/148>