



Factores influyentes en el aprendizaje a través del metaverso en estudiantes de educación secundaria

Jesús López-Belmonte

Universidad de Granada (España) ✉ 

Santiago Pozo-Sánchez

Universidad de Granada (España) ✉ 

Antonio-José Moreno-Guerrero

Universidad de Granada (España) ✉ 

Georgios Lampropoulos

University of Nicosia (Cyprus) and University of Macedonia (Greece) ✉ 

<https://dx.doi.org/10.5209/rced.93697>

Recibido: Septiembre 2023 • Evaluado: Marzo 2024 • Aceptado: Abril 2024

ES Resumen: El metaverso se posiciona como una tecnología emergente en el campo de la educación. El objetivo de este estudio se centra en analizar la influencia de diversos factores exógenos y endógenos sobre los resultados de aprendizaje de los estudiantes mediante la realización de acciones formativas en el metaverso. Para realizar el estudio se ha utilizado un diseño de investigación descriptivo y correlacional. La muestra la han conformado 923 estudiantes españoles de educación secundaria. La recogida de datos se ha realizado mediante el cuestionario METAEDU. Los resultados revelan que variables como el género y la edad inciden sobre la motivación, el interés y el aprendizaje alcanzado. Del mismo modo, el uso de las TIC de manera generalizada potencia la interacción con la tecnología, su accesibilidad y manejo, así como el interés y la motivación de los estudiantes. El uso de las TIC de forma educativa ha beneficiado aspectos como las posibilidades intrínsecas del metaverso y otros componentes como la interacción, el interés, la motivación y el aprendizaje de los discentes. En cambio, el hecho de jugar a juegos de realidad virtual no incide en el aprendizaje generado por los estudiantes. En conclusión, los hallazgos alcanzados permiten confirmar las hipótesis planteadas destacando el impacto positivo de la interacción con la tecnología, las posibilidades intrínsecas, la accesibilidad, la motivación y el interés en el aprendizaje de los estudiantes en el metaverso.

Palabras clave: innovación educativa; tecnología educativa; metaverso; educación secundaria.

ENG Influential factors in learning through the metaverse in secondary education students

Abstract: The metaverse is positioning itself as an emerging technology in the field of education. The objective of this study focuses on analyzing the influence of various exogenous and endogenous factors on students' learning outcomes through educational activities in the metaverse. A descriptive and correlational research design was used for this investigation. The sample consisted of 923 Spanish secondary education students. Data collection was carried out through the METAEDU questionnaire. The results reveal that variables such as gender and age have an impact on motivation, interest, and learning outcomes. Similarly, the widespread use of ICT (Information and Communication Technology) enhances technology interaction, accessibility, proficiency, as well as students' interest and motivation. The educational use of ICT has benefited aspects such as the inherent possibilities of the metaverse and other components like interaction, interest, motivation, and student learning. However, playing virtual reality games does not affect student-generated learning. In conclusion, the findings confirm the hypotheses raised, highlighting the positive impact of technology interaction, intrinsic possibilities, accessibility, motivation, and interest on student learning in the metaverse.

Keywords: educational innovation; educative technology; metaverse; secondary education.

Sumario: 1. Introducción. 1.1. Objetivo e hipótesis. 2. Metodología. 2.1. Participantes. 2.2. Instrumento. 2.3. Procedimiento. 2.4. Análisis de datos. 3. Resultados. 4. Discusión y conclusiones. 5. Referencias.

Cómo citar: López-Belmonte, J.; Pozo-Sánchez, S; Moreno-Guerrero, A. J. y Lampropoulos, G. (2025). Factores influyentes en el aprendizaje a través del metaverso en estudiantes de educación secundaria. *Revista Complutense de Educación*, 36(2), 203-213. <https://dx.doi.org/10.5209/rced.93697>

1. Introducción

La educación impulsada por las tecnologías de la información y comunicación (TIC) está ganando cada vez más popularidad, ya que un número creciente de educadores se esfuerza por incorporar aplicaciones tecnológicas en sus actividades de enseñanza y aprendizaje (Bayne, 2015). Este enfoque puede tener un impacto significativo al abordar las nuevas necesidades y requisitos educativos de los estudiantes, buscando así experiencias de aprendizaje más atractivas que fomenten un aprendizaje significativo y la participación activa de los estudiantes (Márquez et al., 2020).

Con la rápida integración de dispositivos digitales y aplicaciones tecnológicas emergentes en el ámbito educativo (Samed et al., 2023), es fundamental desarrollar y aplicar herramientas pedagógicas adecuadas para facilitar y evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Zallio & Clarkson, 2022). De esta forma, se asegura que estas innovaciones se ajusten de manera efectiva a las necesidades de los estudiantes y promuevan un entorno de aprendizaje enriquecedor (Suh & Ahn, 2022). Una de esas tecnologías existentes actualmente es el metaverso (Dreamson & Park, 2023).

El concepto del metaverso está experimentando un notable aumento en popularidad, sustentado en el valor social que la Generación Z atribuye a la fusión entre su identidad en línea y fuera de ella (Park & Kim, 2022a). Este puede ser considerado como una evolución avanzada de Internet, una forma de mundo virtual social que emplea tecnologías innovadoras para crear un entorno de vida virtual. Lo destacable es que este entorno es moldeado y gestionado por los propios usuarios, incorporando sistemas económicos, sociales e identitarios (Ning et al., 2021). Estos ambientes virtuales compartidos, permanentes y simultáneos se combinan para formar un universo virtual percibido e integrado (Lee et al., 2021).

El metaverso hace uso de tecnologías de realidad virtual para ofrecer a los usuarios una experiencia de presencia inmersiva en mundos tridimensionales (3D) compartidos y paralelos, generados por ordenador (Wu & Hao, 2023). Al eliminar las barreras de tiempo y distancia, este entorno digital permite interacciones y socialización en tiempo real y de manera ubicua, convirtiéndose en una representación digital altamente realista del mundo real (Dreamson & Park, 2023). Su esencia se fundamenta en la interactividad, la incorporación y la persistencia (Domínguez-Noriega et al., 2011).

En el mundo del metaverso se fusiona la realidad física con un espacio digital, permitiendo que las actividades cotidianas y las interacciones se trasladen del mundo físico al virtual (Asiksoy, 2023). En estos entornos, los usuarios tienen la oportunidad de compartir sus experiencias, pensamientos, emociones y cultura de manera interactiva (Valdés & Rueda, 2023). En el contexto educativo, el metaverso tiene el potencial de establecer entornos de aprendizaje inmersivos, flexibles, escalables, diversos e interactivos, que aumentan la motivación de los estudiantes, fomentan su participación activa y compromiso, y promueven experiencias colaborativas y prácticas (Márquez et al., 2020).

Hasta la fecha, se han realizado escasos estudios que han aplicado el metaverso en estudiantes de educación secundaria, específicamente en edades comprendidas entre los 14 y 16 años. Algunos ejemplos de estos trabajos incluyen la investigación llevada a cabo por Kirbas y Dogan (2023) y el estudio realizado por López-Belmonte et al. (2022), donde se diseñaron instrumentos de evaluación destinados a discentes de estas edades. Es relevante señalar que los pocos estudios dirigidos a esta franja de edad se han centrado en alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo, como se puede observar en la investigación de Lee et al. (2022).

En el ámbito específico del metaverso y sus dimensiones de estudio, es evidente que algunas áreas han sido objeto de escasa investigación, siendo un ejemplo destacado el conocimiento de las posibilidades intrínsecas del metaverso. Si bien en otras dimensiones existen estudios que ofrecen sustento, el volumen de investigación es realmente limitado, lo que dificulta establecer tendencias concretas y determinar su alcance en la actualidad.

Las interacciones sociales multisensoriales en tiempo real, conocidas como RMSI (por sus siglas en inglés), constituyen el núcleo central del metaverso (Hennig-Thurau et al., 2023). En este contexto, la accesibilidad juega un papel fundamental, no solo asegurando que todas las personas tengan la oportunidad de experimentar un mundo digital sin barreras, sino también democratizando el acceso a nuevas experiencias e interacciones sociales para aquellos que, por diversas razones, tienen limitadas oportunidades (Zallio & Clarkson, 2022).

Además, dado que el contenido vertido en el metaverso puede llegar a un gran número de usuarios, la accesibilidad del contenido se convierte en uno de los aspectos más relevantes a considerar (Jeong et al., 2022). Para garantizar el éxito del metaverso, especialmente en términos de su accesibilidad para miles de millones de usuarios en la actualidad, es imprescindible abordar los desafíos de implementación desde la perspectiva de la comunicación, las redes y la computación. Estos aspectos son fundamentales para asegurar que el metaverso funcione eficazmente y pueda ser disfrutado por un amplio y diverso público (Xu et al., 2023). En última instancia, promover la accesibilidad en el metaverso es clave para lograr una experiencia inclusiva y enriquecedora para todos los usuarios (El Said, 2023).

Algunos estudios indican que el metaverso se enfrenta a la amenaza de una interacción insuficiente entre estudiantes, profesores y el entorno más amplio (Arofah et al., 2023). Esta situación se atribuye principalmente a la falta de autoeficacia social, que es crucial para establecer conexiones virtuales significativas en el contexto de la interacción social (Jung et al., 2023). Además, es importante tener en cuenta que la telepresencia tiene un impacto significativo en la interactividad y, por lo tanto, en las relaciones sociales que se establecen en el ámbito virtual (Hwang et al., 2022).

El metaverso ha demostrado ser efectivo para fomentar el interés y la motivación de los estudiantes (Park & Kim, 2022b). Los estudios existentes indican que tanto la educación centrada en el alumnado como el aprendizaje basado en problemas pueden beneficiarse de las plataformas de aprendizaje centradas en este entorno virtual (Han, 2020). El aprendizaje basado en problemas ha demostrado ser otro método efectivo para alcanzar los objetivos de aprendizaje en el metaverso (De Graaf & Kolmos, 2003). En el metaverso, donde los estudiantes se representan a través de avatares y se enfrentan a una variedad de desafíos, este enfoque adquiere una especial relevancia (Suh & Ahn, 2022). Los educadores proporcionan casos de aprendizaje que los discentes, encarnados como avatares, deben investigar y resolver en colaboración con sus iguales, fomentando así el desarrollo de sus habilidades de trabajo en equipo y aumentando su entusiasmo por aprender (Yang, 2023).

Basado en la teoría constructivista, el enfoque del proceso de aprendizaje se centra en los propios estudiantes, no solo en el conocimiento que se enseña (Bada & Olusegun, 2015). La utilización de entornos formativos basados en el metaverso se plantea como una forma de facilitar la enseñanza centrada en el discente al promover el aprendizaje colaborativo e independiente (Akour et al., 2022). Además, se consideran tres elementos básicos para la instrucción mediante el uso del metaverso: capacitación y formación práctica, aprendizaje basado en juegos y colaboración en la creación de conocimiento (El Said, 2023).

Estos entornos pueden generar experiencias de formativas sincrónicas y asincrónicas de alta calidad, al fomentar el aprendizaje afectivo y superar barreras sociales e identitarias (Márquez et al., 2020). También se ha observado que aumentan las habilidades sociales de los estudiantes, estimulan su creatividad y mejoran significativamente la comunicación e interacción, así como la comprensión de las materias y el rendimiento académico (Georges, 2020).

Aún así, el uso del metaverso en el ámbito educativo enfrenta diversos problemas, entre ellos, invasiones graves de privacidad y brechas de seguridad que se heredan de las tecnologías subyacentes o surgen en la nueva ecología digital (Wang et al., 2023), destacando especialmente la vulnerabilidad de la información personal, el comportamiento y las comunicaciones (Falchuk et al., 2018). El aseguramiento de la seguridad en el metaverso se enfrenta a una serie de desafíos fundamentales, como la escalabilidad y la interoperabilidad. Estos retos emergen debido a las características intrínsecas del metaverso, tales como su realismo inmersivo, la hiper-espacio-temporalidad, la sostenibilidad y la heterogeneidad (Wang et al., 2023).

Además, existen cuatro áreas fundamentales del metaverso que requieren un mayor análisis y desarrollo: interoperabilidad, escalabilidad, confidencialidad y realismo inmersivo, así como la accesibilidad y ubicuidad de la identidad (Dionisio et al., 2013). Especialmente en el ámbito educativo, aspectos como la privacidad, la salud, la protección de los estudiantes, el acceso equitativo, la legislación específica para el metaverso, la desensibilización y los ataques a la identidad, siguen siendo preocupaciones y obstáculos que deben abordarse (Ng, 2022). Si no se resuelven estos problemas, podrían limitar el uso generalizado e inclusivo del metaverso en diversas actividades educativas (Zuo & Shen, 2023).

1.1. Objetivo e hipótesis

La educación actual se encuentra en constante evolución para adaptarse a las exigencias de una sociedad cada vez más cambiante y, del mismo modo, satisfacer las necesidades de un estudiantado cada vez más familiarizado con la tecnología desde edades tempranas. Por ello, resulta fundamental la inclusión y desarrollo de tecnologías novedosas en el campo educativo. En este sentido, el metaverso se erige como un nuevo medio innovador para efectuar los procesos formativos desde otra óptica (Jung et al., 2023). A pesar del potencial reflejado en la literatura científica, este mundo virtual requiere de un mayor estudio para conocer la incidencia de aspectos tanto intrínsecos, derivados de su naturaleza tecnológica, como extrínsecos, vinculados al terreno formativo, que es el caso donde se aplica en el presente trabajo. De este modo, se podrá comprobar su alcance como tecnología educativa desde una vertiente holística.

Por lo expuesto, el objetivo del estudio es analizar la influencia de diversos factores exógenos y endógenos sobre los resultados de aprendizaje del discente a través del metaverso. De este objetivo general se desprenden las siguientes hipótesis que permitirán guiar la investigación:

- La interacción con la tecnología que presentan los discentes (H1), las posibilidades intrínsecas (H2), la accesibilidad y manejo (H3), la interacción (H4), la netiqueta (H5), la motivación (H6) y el interés (H7) influye en los resultados de aprendizaje.
- El género de los participantes influye en la netiqueta (H8), en los resultados de aprendizaje (H9), en la motivación (H10) y en el interés (H11).
- La edad de los estudiantes influye en los resultados de aprendizaje (H12), en la motivación (H13) y en el interés que presentan (H14).
- El uso generalizado que hace el alumnado de las TIC influye en la motivación (H15) y en el interés que reflejan (H16).

- El uso educativo de las TIC que efectúan los discentes influye en la motivación (H17) y en el interés que revelan (H18).
- El tiempo de uso de dispositivos tecnológicos por parte del alumnado influye en la interacción con la tecnología (H19) y en las posibilidades intrínsecas (H20).
- El jugar a juegos virtuales influye en la interacción con la tecnología (H21), en las posibilidades intrínsecas (H22) y en la accesibilidad y manejo (H23).

2. Metodología

Para la realización de este estudio se ha utilizado un diseño de investigación de naturaleza descriptiva y correlacional, basado en un enfoque cuantitativo de tratamiento de los datos. Este diseño permitirá dar respuesta al objetivo planteado así como la verificación de las diversas hipótesis establecidas.

2.1. Participantes

El estudio abarcó un total de 1436 estudiantes de tercero y cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria de diversos centros educativos españoles en los que se llevan prácticas formativas en el metaverso. Estos discentes fueron seleccionados mediante una técnica de muestreo por conveniencia al seleccionar únicamente centros educativos que habían llevado a cabo este tipo de experiencias inmersivas (Hernández et al., 2014). Tras la revisión y depuración de la base de datos de respuestas emitidas, el número final de alumnado que participó fue de 923 (64.86 %). Por tanto, la muestra resultante estuvo compuesta por 441 chicas (47.78 %) y 482 chicos (52.22 %) con una edad media de 15.05 años (DT = 0.80). Asimismo, se ofrecen más características de la muestra según el resto de variables tomadas. Respecto al uso de las TIC de manera generalizada, el 89.70 % (n = 828) afirmó que las utilizaban frente al 10.30 % (n = 95) que no las utilizaba. En el caso del uso de las TIC para actividades educativas, el porcentaje de estudiantes que afirma utilizarlas desciende hasta el 38.68 % (n = 357) frente al 61.32 % (n = 566) que no lo hacen. En la variable jugar a juegos de realidad virtual, existe una igualdad relativa al seleccionar el sí el 26.23 % (n = 519) y el no el 43.77 % (n = 404). Por último, en referencia al tiempo de uso de dispositivos tecnológicos, el 17.98 % (n = 166) los utiliza de 0-1 horas, el 43.55 % (n = 402) de 2-3, el 28.93 % (n = 267) de 4-5 horas y el 9.54 % (n = 88) le dedica 6 o más horas diarias.

2.2. Instrumento

Para la recogida de datos se utilizó el cuestionario METAEDU (López-Belmonte et al., 2022). Se trata de una herramienta validada que evalúa experiencias formativas efectuadas en el metaverso para estudiantes españoles de educación secundaria. Este instrumento presenta un total de 68 ítems estructurado en ocho dimensiones, consideradas endógenas, como propias de la herramienta:

- Interacción con la tecnología (IT) (seis ítems): relación del estudiante con los recursos tecnológicos que tiene a su alrededor.
- Posibilidades intrínsecas (PI) (10 ítems): recoge las oportunidades y acciones que brinda el metaverso como espacio virtual.
- Accesibilidad y manejo (AM) (ocho ítems): hace alusión a las dificultades y usabilidad del metaverso.
- Interacción (I) (nueve ítems): aglutina aquellos vínculos que puede mantener el estudiante en este mundo virtual.
- Interés (IN) (nueve ítems): hace referencia a la utilidad y atracción que ha proporcionado el metaverso a los discentes.
- Motivación (MO) (ocho ítems): recoge distintas acciones formativas que suponen un incentivo para el estudiante.
- Aprendizaje (AP) (10 ítems): engloba diversas acciones relacionadas con el proceso de aprendizaje que se han podido ver favorecidas a través del metaverso.
- Netiqueta (NET) (nueve ítems): hace alusión al conjunto de normas de comportamiento de los estudiantes en este mundo digital.

Cada ítem se valora en una escala Likert de seis puntos, siendo cero el valor más negativo y cinco el más positivo. Del mismo modo, en el estudio se incluyeron seis variables de carácter exógeno: a) Género; b) Edad; c) Uso de las TIC de manera generalizada (dicotómica); d) Uso de las TIC para actividades educativas (dicotómica); e) Jugar a juegos de realidad virtual (dicotómica); f) Tiempo de uso de dispositivos tecnológicos (de 0-1, de 2-3, de 4-5 horas y 6 o más horas diarias).

El instrumento cuenta con proceso de validez de contenido y por juicio de expertos. Asimismo, fue sometido a una validez de constructo mediante, un análisis factorial exploratorio y confirmatorio. La prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO = 0.836) y la prueba de esfericidad de Bartlett ($\chi^2 = 1805.531$; $df = 342$; valor $p = 0.000$) arrojaron valores adecuados de validez de la herramienta. Del mismo modo, se realizó un análisis de componentes principales con rotación Quartimax con Kaiser, en el que los 68 ítems se agruparon en ocho componentes que explicaban el 84.56 % de la varianza. Por último, la fiabilidad del cuestionario se obtuvo a través del alfa de Cronbach (α) y el Omega de McDonald (W) resultando valores pertinentes ($\alpha = 0.81$; $W = 0.82$).

2.3. Procedimiento

El estudio comenzó con la puesta en contacto con diversos centros educativos de España que habían efectuado acciones formativas en el metaverso. Primeramente, se contactó con los equipos directivos de tales instituciones para presentar el objetivo de la investigación y obtener su aprobación para poder desplegar las diversas acciones investigativas. Seguidamente, se obtuvo el consentimiento informado de las familias de los menores. Esta investigación fue respaldada por un Comité de Ética de la Universidad de Granada. Una vez obtenidos los permisos pertinentes, se produjo la aplicación del instrumento para la recogida de datos. Esta fase se produjo de manera telemática a través de Google Forms. En este estudio se tuvieron en cuenta los principios éticos y de buenas prácticas recogidas en la Declaración de Helsinki.

2.4. Análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis de datos se utilizaron los paquetes estadísticos SPSS versión 28, AMOS versión 25 y JASP versión 0.17.3. Las pruebas estadísticas que se aplicaron fueron la prueba T para comprobar la existencia de diferencias significativas entre dos poblaciones, ANOVA para conocer la existencia de diferencias significativas entre más de dos poblaciones y la modelización de ecuaciones estructurales a partir del análisis de trayectorias (Path analysis). Previo a la realización de diversos análisis estadísticos, se procedió a confirmar las hipótesis de normalidad univariante y multivariante de los datos. Para ello, se efectuó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) con la corrección de Lilliefors, así como el coeficiente de curtosis multivariante. Por último, se aseguró que los índices de bondad de ajuste del modelo reflejaran su adecuación.

3. Resultados

Antes de llevar a cabo los diversos análisis estadísticos, se validaron las hipótesis de normalidad univariante y multivariante de los datos. Para esto, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) con corrección de Lilliefors ($p > 0.001$), lo que proporcionó pruebas favorables del cumplimiento del supuesto de normalidad univariante ($K-S = 0.070$ con un $p = 0.086$). En relación a los índices de asimetría y curtosis, se evaluó que los valores estuvieran en el intervalo entre -2 y +2 por si pudieran sugerir la ausencia de normalidad. En este sentido, el valor de la asimetría fue -0.783 lo que supone una asimetría negativa, y un valor de curtosis de 1.559 que denota una distribución platycúrtica. Además, se consideró que el coeficiente de curtosis multivariante de Mardia debía ser menor que $p^*(p+2)$, donde p representa el número de variables observadas. Todos los ítems exhibieron valores apropiados de asimetría y curtosis. En este caso, el coeficiente de Mardia obtuvo un puntaje de 64.38, situándose por debajo de $p^*(p+2)$. Posteriormente, se constató que los indicadores de ajuste del modelo fueran indicativos de su pertinencia de acuerdo a los valores de referencia establecidos por Byrne (2013), criterios para considerar la idoneidad de aplicar el modelo de ecuaciones estructurales. Así, los valores obtenidos fueron: $X^2 = 1848,33$; $df = 649$; $X^2/df = 2.84$ (≤ 3); $GFI = 0.997$ (> 0.90); $AGFI = 0.911$ (> 0.90); $SRMR = 0.039$ (< 0.8); $RMSEA = 0.077$ (< 0.05); $CFI = 0.969$ (> 0.90); $NFI = 0.960$ (> 0.90); $NNFI = 0.966$ (> 0.90); $TLI = 0.966$ (> 0.90). Donde GFI = Índice de Bondad de ajuste; $AGFI$ = Índice de ajuste ponderado; $SRMR$ = Raíz del error cuadrado medio estandarizado; $RMSEA$ = Error cuadrático medio de aproximación; CFI = Índice de Ajuste Comparativo; NFI = Índice de ajuste normalizado de Bentler-Bonett; $NNFI$ = Índice de ajuste no normalizado de Bentler-Bonett; TLI = Índice de Tucker-Lewis y los valores entre paréntesis los esperados.

Respecto a las estadísticas descriptivas, estas mostraron diferencias en las medias de cada dimensión en función del género (Tabla 1). Los chicos obtuvieron puntuaciones más altas en todas las dimensiones existiendo diferencias significativas para IT ($p = 0.017$), I ($p = 0.021$), IN ($p = 0.009$) y MO ($p = 0.043$).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos en función del género

Dimensión	Chicos		Chicas		p
	M	DT	M	DT	
IT	21.02	7.235	20.08	7.051	0.017
PI	38.88	8.154	38.95	7.882	0.625
AM	32.45	7.985	32.02	7.054	0.215
I	28.69	6.465	26.48	6.482	0.021
IN	39.21	5.989	37.28	9.024	0.009
MO	29.62	8.024	25.46	5.875	0.043
AP	26.78	9.021	26.64	8.021	0.062
NET	24.32	6.728	24.84	6.982	0.078

Nota: M = Media; DT = Desviación típica; p = p-valor.

Las estadísticas descriptivas mostraron diferencias en las medias de cada dimensión en función de la edad (Tabla 2). Los estudiantes con 16 años obtuvieron resultados más altos en casi todas las dimensiones. Por el contrario, los que tenían 14 años presentaban puntuaciones menores en todos los constructos. Las diferencias significativas para las diferentes dimensiones y edades fueron: IT ($p = 0.001$), AM ($p = 0.041$), I ($p = 0.003$), IN ($p = 0.000$), MO ($p = 0.032$) y AP ($p = 0.048$).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos en función de la edad

Dimensión	14		15		16		p
	M	DT	M	DT	M	DT	
IT	19.68	7.235	21.76	7.051	22.28	7.051	0.001
PI	35.23	8.154	39.08	7.882	39.97	7.882	0.721
AM	31.09	7.985	33.31	7.054	34.14	7.054	0.041
I	26.38	6.465	29.11	6.482	29.81	6.482	0.003
IN	37.64	5.989	38.89	9.024	39.13	9.024	0.000
MO	27.87	8.024	28.98	5.875	29.03	5.875	0.032
AP	25.04	9.021	26.94	8.021	26.83	8.021	0.048
NET	22.01	6.728	26.24	6.982	27.61	6.982	0.093

En relación a las estadísticas descriptivas de las diferencias de medias para cada dimensión en función al uso de las TIC de manera generalizada, en la Tabla 3 se puede observar que, en todos los casos, los estudiantes que hacen un uso generalizado de las TIC en su vida cotidiana obtuvieron mejores puntuaciones que aquellas que no las utilizan. Las diferencias significativas para las diferentes dimensiones y según si respondieron Sí o No fueron: IT ($p = 0.000$), AM ($p = 0.038$), I ($p = 0.022$), IN ($p = 0.031$) y MO ($p = 0.048$). Por otro lado, al analizar las estadísticas descriptivas de las diferencias de medias para cada dimensión según el uso de las TIC en actividades educativas, se observa que, en la mayoría de los casos, los estudiantes que las emplean en sus actividades educativas obtuvieron puntuaciones superiores en comparación con aquellos que no las utilizan regularmente para este propósito. Las diferencias significativas para las diferentes dimensiones y según si respondieron Sí o No fueron: PI ($p = 0.043$), I ($p = 0.004$), IN ($p = 0.001$), MO ($p = 0.000$) y AP ($p = 0.009$). Las estadísticas descriptivas de las diferencias de medias para cada dimensión en función de si juega a juegos de realidad virtual, se observa que, en todos los casos menos en AP, los estudiantes que juegan a juegos de realidad virtual obtuvieron mejores puntuaciones que aquellos que no juegan con este tipo de juegos. Las diferencias significativas para las diferentes dimensiones y según si respondieron Sí o No fueron: IT ($p = 0.046$); AM ($p = 0.021$), IN ($p = 0.002$) y AP ($p = 0.032$).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos en función del uso de las TIC de manera generalizada, el uso de TIC para actividades educativas y de si juega a juegos de realidad virtual

Dimensión	Uso de las TIC de manera generalizada					Uso de las TIC para actividades educativas					Juega a juegos de realidad virtual				
	Sí		No		p	Sí		No		p	Sí		No		p
	M	DT	M	DT		M	DT	M	DT		M	DT	M	DT	
IT	23.68	8.217	9.35	5.816	0.000	20.17	9.925	22.41	9.211	0.062	27.18	7.191	24.06	9.951	0.046
PI	41.04	10.012	12.74	8.174	0.689	42.14	8.651	37.02	9.542	0.043	41.88	10.926	38.68	9.522	0.888
AM	33.02	8.614	8.86	4.694	0.038	32.87	7.124	33.18	8.574	0.063	35.52	7.362	30.96	8.410	0.021
I	28.41	9.282	20.84	9.852	0.022	27.59	6.982	28.98	10.022	0.004	29.03	5.881	25.93	6.489	0.078
IN	40.18	7.294	38.76	8.294	0.031	39.87	7.940	38.99	7.946	0.001	40.86	9.147	37.01	8.958	0.002
MO	31.17	9.715	28.43	7.725	0.048	30.85	9.255	29.73	9.111	0.000	31.07	8.226	26.33	9.981	0.125
AP	27.01	8.621	9.021	8.187	0.086	26.84	8.491	25.09	8.271	0.009	24.94	9.578	27.84	10.053	0.032
NET	24.47	5.862	18.59	5.489	0.137	26.18	6.472	18.59	6.817	0.184	25.28	5.687	23.97	6.035	0.148

Nota: Interacción con la tecnología (IT); Posibilidades intrínsecas (PI); Accesibilidad y manejo (AM); Interacción (I); Interés (IN); Motivación (MO); Aprendizaje (AP); Netiqueta (NET)

Las estadísticas descriptivas de las diferencias de medias para cada dimensión en función del tiempo de uso dispositivos tecnológicos (Tabla 4), reflejan que, en todos los casos menos en AP, los estudiantes que dedican más tiempo al uso de dispositivos tecnológicos obtuvieron mejores puntuaciones que aquellos que le dedican de 01 horas. Las diferencias significativas para las diferentes dimensiones y según si respondieron Sí o No fueron: IT ($p = 0.002$), AM ($p = 0.039$), IN ($p = 0.007$) y MO ($p = 0.021$).

Tabla 4. Estadísticos descriptivos en función del tiempo de uso de dispositivos tecnológicos

Dimensión	0-1		2-3		4-5		6 o más		p
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	
IT	20.12	10.015	21.01	7.901	22.44	8.658	21.88	8.031	0.002
PI	33.25	9.325	37.59	8.092	38.38	8.351	38.75	7.019	0.770
AM	31.82	9.285	32.08	9.011	31.41	9.292	32.02	7.806	0.039
I	25.79	8.962	26.43	7.802	28.89	7.416	28.82	8.889	0.089
IN	38.11	7.219	39.57	8.824	39.32	8.519	37.21	9.015	0.007
MO	28.92	8.254	29.28	9.055	29.02	9.168	28.98	7.892	0.021
AP	25.87	8.217	26.05	9.028	27.48	8.017	26.41	9.085	0.862
NET	23.02	7.925	24.34	7.252	24.42	6.017	24.02	8.092	0.920

Los resultados de las pruebas permitieron corroborar 13 de las 23 hipótesis. El resto fueron rechazadas. En la Tabla 5 se muestran los resultados con los coeficientes del path analysis y el grado de significatividad de las relaciones.

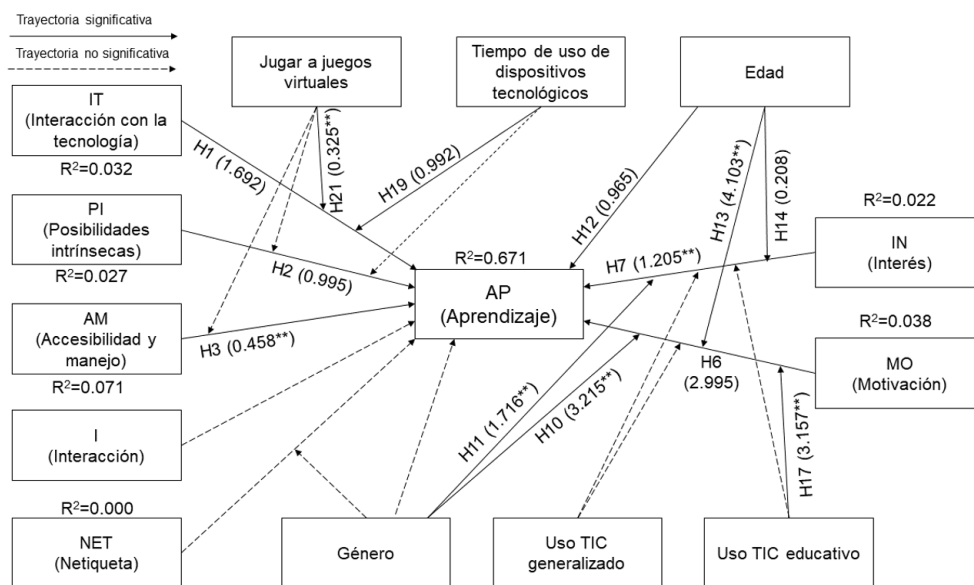
Tabla 5. Resultados de las pruebas de hipótesis

Hipótesis	Asociación entre variables	Coefficiente Path	CR	p	Resultado
H1	IT→AP	1.692	2.498	0.021	Aceptada
H2	PI→AP	0.995	1.698	0.010	Aceptada
H3	AM→AP	0.458	0.985	**	Aceptada
H4	I→AP	0.019	0.045	0.125	Rechazada
H5	NET→AP	-0.421	-0.878	0.501	Rechazada
H6	MO→AP	2.995	5.558	0.032	Aceptada
H7	IN→AP	1.205	2.025	**	Aceptada
H8	Género→NET	1.842	4.025	0.621	Rechazada
H9	Género→AP	-0.484	-0.889	0.799	Rechazada
H10	Género→MO	3.215	5.026	**	Aceptada
H11	Género→IN	1.716	2.035	**	Aceptada
H12	Edad→AP	0.965	1.801	0.033	Aceptada
H13	Edad→MO	4.103	6.235	**	Aceptada
H14	Edad→IN	0.208	0.445	0.048	Aceptada
H15	Uso TIC generalizado→MO	0.321	0.528	0.488	Rechazada
H16	Uso TIC generalizado→IN	-0.985	-1.002	0.560	Rechazada
H17	Uso TIC educativo→MO	3.157	5.101	0.037	Aceptada
H18	Uso TIC educativo→IN	0.781	1.569	0.397	Rechazada
H19	Tiempo→IT	0.992	1.889	0.049	Aceptada
H20	Tiempo→PI	1.764	2.891	0.526	Rechazada
H21	Jugar→IT	0.325	0.751	**	Aceptada
H22	Jugar→PI	0.841	1.203	0.244	Rechazada
H23	Jugar→AM	1.021	2.011	0.793	Rechazada

Nota: Interacción con la tecnología (IT); Posibilidades intrínsecas (PI); Accesibilidad y manejo (AM); Interacción (I); Interés (IN); Motivación (MO); Aprendizaje (AP); Netiqueta (NET); Tiempo de uso de dispositivos tecnológicos (Tiempo); Jugar a juegos virtuales (Jugar); Critical Ratio (CR); p-valor (p); $p < 0.001$ (**).

Estos resultados se muestran a través de la figura 1 donde las líneas continuas representan las trayectorias significativas y las líneas discontinuas las trayectorias en las que no se ha encontrado significatividad y, por lo tanto, no se apoya la hipótesis planteada. En este caso, las verificadas fueron H1, H2, H3, H6, H7, H10, H11, H12, H13, H14, H17, 19 y H21. Por otro lado, las dimensiones Interacción (I), Netiqueta (NET) y Uso de las TIC de manera generalizada no afectaron en el aprendizaje que proporciona el metaverso. Por último, el coeficiente de determinación (R^2) para cada una de las dimensiones endógenas fue: IT: $R^2 = 0.032$; PI: $R^2 = 0.027$; AM: $R^2 = 0.071$; NET: $R^2 = 0.000$; IN: $R^2 = 0.022$; MO: $R^2 = 0.038$; y AP: $R^2 = 0.671$.

Figura 1. SEM del modelo Path analysis sobre el aprendizaje a través del metaverso



Nota: ** = $p < 0.001$.

4. Discusión y conclusiones

Los resultados de este estudio proporcionan una visión completa de la influencia de diversos factores exógenos y endógenos en los resultados de aprendizaje a través del metaverso. Estos hallazgos son esenciales para comprender mejor cómo la tecnología y las características individuales de los estudiantes impactan en su experiencia de aprendizaje en entornos virtuales.

En cuanto a las diferencias de género y edad, los resultados destacan que los chicos obtuvieron puntuaciones más altas en casi todas las dimensiones, y se observó un rendimiento superior en los estudiantes de 16 años en comparación con los de 14 años. Estos hallazgos sugieren que tanto el género como la edad pueden ejercer una influencia significativa en la interacción con la tecnología, el interés, la motivación y, en última instancia, en el proceso de aprendizaje en el metaverso. Investigadores como Ren et al. (2022) arrojaron resultados donde los estudiantes de género masculino obtuvieron puntuaciones más altas en dimensiones relacionadas con la tecnología y el rendimiento académico en comparación con sus contrapartes femeninas. Además, autores como Tso et al. (2020) también respaldan la influencia de la edad en la interacción y el aprendizaje en línea, mostrando una relación directamente proporcional entre el aumento de la autonomía y la autorregulación y el aumento de la edad, lo que coincide con la observación de un rendimiento superior en estudiantes de adolescentes en comparación con los de menor edad. Esta evidencia enfatiza la necesidad de tener en cuenta las diferencias individuales al diseñar actividades de aprendizaje en este entorno virtual.

En relación al uso generalizado de las TIC en la vida cotidiana, se constató que aquellos estudiantes que hacen un uso extenso de estas tecnologías obtuvieron mejores puntuaciones en diversas dimensiones, incluyendo la interacción con la tecnología, la accesibilidad y el manejo, el interés y la motivación. En cuanto al uso generalizado de las TIC, investigaciones de autores como Baldo-Moraes et al. (2023) y Bernacki et al. (2020) respaldan la relación positiva entre el uso extenso de tecnologías en la vida cotidiana y un mejor desempeño en dimensiones relacionadas con la interacción, el interés y la motivación en contextos educativos. Además, se destaca la importancia de promover la alfabetización digital, tal como se menciona en su estudio. Estos resultados subrayan la importancia de promover la alfabetización digital y fomentar la utilización activa de la tecnología en el ámbito educativo como un medio para mejorar la experiencia de aprendizaje en el metaverso.

Asimismo, en cuanto al uso educativo de las TIC, se encontró una relación positiva entre el uso generalizado de estas tecnologías para fines educativos y un rendimiento superior en dimensiones clave, como las posibilidades intrínsecas, la interacción, el interés, la motivación y el aprendizaje. La relación positiva entre el

uso educativo de recursos digitales y el rendimiento en dimensiones clave también es respaldada por investigaciones previas. Estudios como los de Khatoony y Nezhadmehr (2020) y Yurtseven et al. (2020) han constatado que la integración efectiva de la tecnología en el plan de estudios mejora el compromiso y el rendimiento de los estudiantes en entornos de aprendizaje virtuales, respaldando los hallazgos en su investigación. Estos hallazgos respaldan la idea de que una integración efectiva de la tecnología en el plan de estudios puede impulsar el compromiso y el rendimiento de los estudiantes en entornos de aprendizaje virtuales.

En lo que respecta a los juegos de realidad virtual, se observó que los estudiantes que participaban en este tipo de juegos obtuvieron mejores puntuaciones en varias dimensiones, indicando que esta experiencia puede mejorar la interacción con la tecnología, la accesibilidad y el manejo, el interés y la motivación. Respecto a los juegos de realidad virtual como herramienta educativa, investigaciones como la de Videnovik et al. (2020) han demostrado resultados similares, indicando que esta experiencia puede mejorar la interacción con la tecnología, el interés y la motivación de los estudiantes en entornos de aprendizaje virtuales. Estos resultados sugieren que los juegos de realidad virtual pueden ser una herramienta educativa efectiva para involucrar a los estudiantes en entornos de aprendizaje virtuales.

Por último, el tiempo dedicado al uso de dispositivos tecnológicos también se relacionó positivamente con la experiencia del estudiante en el metaverso, específicamente en la interacción con la tecnología, la accesibilidad y el manejo, el interés y la motivación. La relación entre el tiempo dedicado al uso de dispositivos tecnológicos y la experiencia del estudiante en entornos virtuales también ha sido examinada por autores como Dias y Víctor (2022) y Carstens et al. (2021), quienes han encontrado que la cantidad de tiempo invertido en actividades tecnológicas está relacionada positivamente con la calidad de la experiencia de aprendizaje, respaldando los resultados de su estudio. Estos estudios internacionales en conjunto respaldan y refuerzan los hallazgos de su investigación, brindando un contexto más amplio sobre la influencia de estas variables en el aprendizaje en el metaverso. Estos resultados implican que la cantidad de tiempo invertido en actividades tecnológicas puede influir significativamente en la calidad de la experiencia de aprendizaje en el metaverso.

En conclusión, los resultados de esta investigación revelan que a medida que los estudiantes avanzan en edad, sus desempeños en diversas variables mejoran notablemente. Además, aquellos que hacen un uso extendido de las TIC en su vida cotidiana obtienen puntuaciones más altas en Interacción con la tecnología, Accesibilidad y manejo, Interés y Motivación. El empleo regular de recursos digitales para fines educativos está relacionado con mejores calificaciones en Posibilidades intrínsecas, Interacción, Interés, Motivación y Aprendizaje. Asimismo, la participación en juegos de realidad virtual se correlaciona con un mejor desempeño en varias dimensiones, excepto en el Aprendizaje. Los resultados respaldan las hipótesis a través del análisis de trayectorias, destacando la influencia positiva de la interacción con la tecnología, las posibilidades intrínsecas, la accesibilidad, la motivación y el interés en el aprendizaje en el metaverso. Además, factores externos como el género y la edad afectan directamente la motivación, el interés y el aprendizaje, mientras que el uso educativo de las TIC impacta en la motivación. Por último, el tiempo de uso de dispositivos tecnológicos y el juego de realidad virtual influyen en la interacción con la tecnología. Estos hallazgos contribuyen a comprender mejor la dinámica entre la tecnología y el aprendizaje en entornos virtuales, respaldando la necesidad de estrategias pedagógicas adaptadas y una mayor alfabetización digital.

Los resultados consignados en la presente investigación ofrecen un valor sustancial tanto en términos teóricos como prácticos. Teóricamente, el estudio presenta un modelo que esclarece la compleja interacción entre la tecnología, las características individuales de los estudiantes y el aprendizaje en entornos virtuales, lo que enriquece la literatura educativa. Además, destaca la relevancia de considerar diferencias de orden sociodemográfico para el fomento de la adaptabilidad de los procesos educativos. Desde una perspectiva práctica, estos resultados tienen una influencia directa en la enseñanza y el aprendizaje en entornos virtuales. Los educadores pueden utilizar estos hallazgos para diseñar estrategias pedagógicas más efectivas, adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. También subrayan la importancia de la formación docente en la integración efectiva de la tecnología y ofrecen pautas para la selección y diseño de herramientas educativas. Asimismo, el estudio resalta la necesidad de fomentar la alfabetización digital entre los estudiantes y puede influir en la inclusión de habilidades tecnológicas en los currículos educativos. Finalmente, esta investigación contribuye a mejorar la calidad del aprendizaje en entornos virtuales al identificar factores clave que impulsan la motivación y el compromiso de los estudiantes, lo que conduce a experiencias de aprendizaje más efectivas en un futuro cada vez más digital y tecnológico.

5. Referencias

- Akour, I. A., Al-Marouf, R. S., Alfaisal, R., y Salloum, S. A. (2022). A conceptual framework for determining metaverse adoption in higher institutions of gulf area: An empirical study using hybrid SEM-ANN approach. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100052>
- Arofah, L., Hanurawan, F., Rmali, M., Chusniyah, T., y Hidayah, N. (2023). Predicting student engagement and mental health issues in the metaverse environment. *Journal of Public Health*, 1-15. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdad077>
- Asiksoy, G. (2023). Empirical Studies on the Metaverse-Based Education: A Systematic Review. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(3), 120-133. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i3.36227>
- Bada, S. O., y Olusegun, S. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70. <https://doi.org/10.9790/7388-05616670>

- Baldo-Moraes, E., Mahlmann-Kipper, L., Hackenhaar-Kellermann, A. C., Austria, L., Leivas, P., Ribas-Moraes, J. A., & Witczak, M. (2023). Integration of Industry 4.0 technologies with Education 4.0: Advantages for improvements in learning. *Interactive Technology and Smart Education*, 20(2), 271-287. <https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2021-0201>
- Bayne, S. (2015). What's the matter with «technology-enhanced learning»? *Learning, Media and Technology*, 40(1), 5-20. <https://doi.org/10.1080/17439884.2014.915851>
- Bernacki, M. L., Greene, J. A., & Crompton, H. (2020). Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101827>
- Carstens, K. J., Mallon, J. M., Bataineh, M., & Al-Bataineh, A. (2021). Effects of Technology on Student Learning. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 20(1), 105-113. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1290791.pdf>
- De Graaf, E., y Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *International journal of engineering education*, 19(5), 657-662.
- Dias, L., & Victor, A. (2022). Teaching and learning with mobile devices in the 21st century digital world: Benefits and challenges. *European Journal of Multidisciplinary Studies*, 7(1), 26-34. <https://doi.org/10.26417/ejms.v5i1.p339-344>
- Dionisio J.D.N., Burns III, W.G., y Gilbert R. (2013). 3D virtual worlds and the metaverse: current status and future possibilities. *ACM Computing Surveys*, 45(3), 1-38. <https://doi.org/10.1145/2480741.2480751>
- Domínguez-Noriega, S., Aguado, J.E., Ferreira, P., y Rico, M. (2011). Language learning resources and developments in the Second Life metaverse. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3(5), 496-509. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2011.042101>
- Dreamson, N., y Park, G. (2023). Metaverse-Based Learning Through Children's School Space Design. *International Journal of Art & Design Education*, 42(1), 125-138. <https://doi.org/10.1111/jade.12449>
- El Said, G.R. (2023). Metaverse-Based Learning Opportunities and Challenges: A Phenomenological Metaverse Human-Computer Interaction Study. *Electronics*, 12(6), 1-13. <https://doi.org/10.3390/electronics12061379>
- Falchuk, B., Loeb, S., y Neff, R. (2018). The social metaverse: Battle for privacy. *IEEE Technology and Society Magazine*, 37(2), 52-61. <https://doi.org/10.1109/MTS.2018.2826060>
- Georges, C.E. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. *Pixel-BIT. Revista de Medios y Educación*, (58), 143-159. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74367>
- Han, H. (2020). From Visual Culture in the Immersive Metaverse to Visual Cognition in Education. En R. Zheng (Ed.), *Cognitive and Affective Perspectives on Immersive Technology in Education* (pp. 67-84). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3250-8.ch004>
- Henning-Thurau, T., Aliman, D., Herting, A., Cziehso, G., Linder, M., y Kübler, R. (2023). Social interactions in the metaverse: Framework, initial evidence, and research roadmap. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 51, 889-913. <https://doi.org/10.1007/s11747-022-00908-0>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M.P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill.
- Hwang, I., Shim, H., y Jin, W. (2022). Do an Organization's Digital Transformation and Employees' Digital Competence Catalyze the Use of Telepresence? *Sustainability*, 14(14), 1-20. <https://doi.org/10.3390/su14148604>
- Jeong, W.J., Oh, G.S., Oh, S.H., Whangbo, T.K. (2022). Establishment of Production Standards for Web-based Metaverse Content: Focusing on Accessibility and HCI. *Journal of Web Engineering*, 21(8), 2231-2256. <https://doi.org/10.13052/jwe1540-9589.2181>
- Jung, H., Kim, J., Chang, J.J.C., Park, N., y Lee, S. (2023). Social benefits of living in the metaverse: The relationships among social presence, supportive interaction, social self-efficacy, and feelings of loneliness. *Computers in Human Behavior*, 139, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107498>
- Khatoony, S., & Nezhadmehr, M. (2020). EFL teachers' challenges in integration of technology for online classrooms during Coronavirus (COVID-19) pandemic in Iran. *AJELP: Asian Journal of English Language and Pedagogy*, 8(2), 89-104. <https://doi.org/10.37134/ajelp.vol8.2.7.2020>
- Kirbas, O. y Dogan, F. (2023). Modeling Development and validation of Metaverse Attitude Scale. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 6(2), 155-186. <https://doi.org/10.46328/ijte.363>
- Lee, J., Seon, T., Lee, S., Jang, J., Yoo, S., Choi, Y., y Rang, Y. (2022). Development and Application of a Metaverse-Based Social Skills Training Program for Children With Autism Spectrum Disorder to Improve Social Interaction: Protocol for a Randomized Controlled Trial. *JMIR Publications*, 11(6), 1-8. <https://doi.org/10.2196/35960>
- Lee, L.H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., Kumar, A., Bermejo, C., y Hui, P. (2021). All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. *Computers and Society*, 3, 1-66. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.05352>
- López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Lampropoulos, G., y Moreno-Guerrero, A.J. (2022). Design and validation of a questionnaire for the evaluation of educational experiences in the metaverse in Spanish students (METAEDU). *Heliyon*, 8(11), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11364>
- Márquez, J.E., Domínguez, C.A., y Rodríguez, C.A. (2020). Virtual World as a Resource for Hybrid Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(15), 94-109. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i15.13025>
- Ng, D.T.K. (2022). What is the metaverse? Definitions, technologies and the community of inquiry. *Australasian Journal of Educational Technology*, 38(4), 190-205. <https://doi.org/10.14742/ajet.7945>

- Ning, H., Wang, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., Ding, J., y Daneshmand, M. (2021). A Survey on Metaverse: the State-Of-The-Art, Technologies, Applications, and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 1-18. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2023.3278329>
- Park, S., y Kim, S. (2022b). Identifying World Types to Deliver Gameful Experiences for Sustainable Learning in the Metaverse. *Sustainability*, 14(3), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su14031361>
- Park, S.M., y Kim, Y.G. (2022a). A Metaverse: taxonomy, components, applications, and open challenges. *IEEE Access*, 10, 4209-4251. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3140175>
- Ren, W., Zhu, X., & Yang, J. (2022). The SES-based difference of adolescents' digital skills and usages: An explanation from family cultural capital. *Computers & Education*, 177, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104382>
- Samed, A., Al-Adwan, A., Ali, G., Awni, N., y Habibi, A. (2023). Extending the Technology Acceptance Model (TAM) to Predict University Students' Intentions to Use Metaverse-Based Learning Platforms. *Education and Information Technologies*, 28(4), 1-33. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11816-3>
- Suh, W., y Ahn, S. (2022). Utilizing the Metaverse for Learner-Centered Constructivist Education in the post-pandemic era: An analysis of Elementary School Students. *Journal of Intelligence*, 10(1), 1-17. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10010017>
- Tso, W. W., Reichert, F., Law, N., Fu, K. W., de la Torre, J., Rao, N., & Ip, P. (2022). Digital competence as a protective factor against gaming addiction in children and adolescents: A cross-sectional study in Hong Kong. *The Lancet Regional Health-Western Pacific*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2022.100382>
- Valdés, J.C., y Rueda, C.J.A. (2023). Collaborative work in 3D-IDEs, exploring immersive learning in the metaverse. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 23(73), 1-20. <https://doi.org/10.6018/red.539671>
- Videnovik, M., Trajkovik, V., Kiönig, L. V., & Vold, T. (2020). Increasing quality of learning experience using augmented reality educational games. *Multimedia tools and applications*, 79(33-34), 23861-23885. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09046-7>
- Wang, Y., Su, Z., Zhang, N., Xing, R., Liu, D., Luan, T.H., y Shen, X. (2023). A Survey on Metaverse: Fundamentals, Security, and Privacy. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 25(1), 319-352. <https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3202047>
- Wu, T., y Hao, F. (2023). Edu-Metaverse: concept, architecture, and applications. *Interactive Learning Environments*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2198567>
- Xu, M., Chong, W., Yang, W., Kang, J., Xiong, Z., Niyato, D., Yang, Q., Shen, X., y Miao, C. (2023). A Full Dive Into Realizing the Edge-Enabled Metaverse: Visions, Enabling Technologies, and Challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 25(1), 656-700. <https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3221119>
- Yang, S. (2023). Storytelling and user experience in the cultural metaverse. *Heliyon*, 9(4), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14759>
- Yurtseven, Z., O'Dwyer, L. M., & Lawson, J. (2020). Designing effective professional development for technology integration in schools. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(2), 160-177. <https://doi.org/10.1111/jcal.12394>
- Zallio, M., y Clarkson, P. (2022). Designing the metaverse: A study on inclusion, diversity, equity, accessibility and safety for digital immersive environments. *Telematics and Informatics*, 75, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101909>
- Zuo, M., y Shen, Y. (2023). How features and affordances of a metaverse portal engage users? Evidence from exergames. *Internet Research*, 1-23. <https://doi.org/10.1108/INTR-08-2022-0618>