

La motivación en objetos de aprendizaje en Realidad Virtual inmersiva y de escritorio: un estudio comparativo

Motivation in immersive and desktop virtual reality learning objects: a comparative study

Sandra Martínez-Pérez
Universidad de Sevilla. Sevilla, España
smartinezperez@us.es

Marta Montenegro-Rueda
Universidad de Granada. Melilla, España
mmontenegro@ugr.es

María Victoria Fernández Scagliusi
Universidad de Sevilla. Sevilla, España
victoriafs@us.es

Rocío Piñero-Virué
Universidad de Sevilla. Sevilla, España
rpv@us.es

Resumen

La incorporación de objetos de aprendizaje en Realidad Virtual (RV) en los procesos de enseñanza-aprendizaje se concibe como recurso potenciador capaz de transformar la educación superior. El estudio analiza el impacto de la RV en dos modalidades, inmersiva y de escritorio, en la motivación del estudiantado universitario al utilizar objetos de aprendizaje digitales. La investigación se llevó a cabo con una muestra de 217 estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. Para evaluar la motivación, se utilizó el instrumento *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS) basado en el modelo ARCS (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción). Los resultados obtenidos evidenciaron que el uso de objeto de aprendizaje en RV bien diseñado y siguiendo el modelo ARCS en ambas modalidades, generan efectos motivacionales muy similares; aunque la RV inmersiva generó niveles algo más superiores de implicación y entusiasmo, atribuidos, principalmente, a la sensación de presencia y a la interacción tridimensional más envolvente. En conclusión, el estudio pone de relieve el uso de ambas modalidades en educación superior, donde se priorice la pedagogía por encima de la tecnología, y se tenga en cuenta las condiciones del contexto para que sea más eficiente, inclusivo y justo.

Palabras clave: Realidad virtual, motivación, inmersión-no inmersión, educación superior, estudiantes, objetos de aprendizaje.

Abstract

The incorporation of Virtual Reality (VR) learning objects into teaching and learning processes is seen as an empowering resource capable of transforming higher education. The study analyses the impact of VR in two modalities, immersive and desktop, on the motivation of university students when using digital learning objects. The research was carried out with a sample of 217 students from the Faculty of Education Sciences at the University of Sevilla. To assess motivation, the *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS) instrument was used, based on the ARCS model (Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction). The results showed that the use of well-designed VR learning objects following the ARCS model in both modalities generates remarkably similar motivational effects, although immersive VR generated slightly higher levels of involvement and enthusiasm,

mainly attributed to the sense of presence and the more immersive three-dimensional interaction. In conclusion, the study highlights the use of both modalities in higher education, where pedagogy is prioritised over technology, and contextual conditions are taken into account to make it more efficient, inclusive and fair.

Keywords: Virtual reality, motivation, immersion-non-immersion, higher education, students, learning objects.

1. Introducción

La incorporación de las tecnologías emergentes en la educación superior ha suscitado cambios en la formación inicial, aportando nuevas maneras de diseñar contenidos y experiencias de aprendizaje más innovadoras, interactivas, significativas y centradas en el estudiantado. En este sentido, la Realidad Virtual (RV) se percibe como un recurso capaz de simular entornos complejos que ayuda a asimilar y comprender conceptos abstractos, invita a experimentar de manera segura y contextualizada, favorece el incremento de la motivación y el compromiso del estudiantado, y pone de manifiesto sus efectos positivos en el rendimiento académico (Radianti et al., 2020; Huang et al., 2021).

En el contexto universitario, la RV se ha utilizado para la enseñanza de contenidos complejos a través del diseño y aplicación de objetos digitales, de experiencias inmersivas y la simulación de escenarios. Algunos ejemplos de su potencial se encuentran en: Medicina y Ciencias de la Salud, para las cirugías y procedimientos clínicos y de rehabilitación; Ingeniería, para los procesos industriales, diseño y análisis de estructura; Arquitectura, todo lo relacionado con recorridos virtuales, planificación y ergonomía de los espacios; Aeronáutica, la RV pensada para el entrenamiento de pilotos, maniobras de vuelo y control aéreo; y Educación, su vinculación con laboratorios virtuales y prácticas experimentales. Además, la integración de esta tecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje favorece la adquisición de competencias clave profesionales y el enriquecimiento de los procesos formativos más allá de los modelos tradicionales (Di Natale et al., 2024; Cabero-Almenara et al., 2025; Díaz et al., 2025).

Cabe señalar que el uso de la Realidad Virtual no es homogéneo, pues existen distintas modalidades (inmersiva y no inmersiva –versión escritorio-) que pueden influir en la propia experiencia de aprendizaje, sobre todo en la percepción de la presencia, la interacción y la carga cognitiva. La versión escritorio (entendida como 2D), se visualiza en entornos planos o salas virtuales, es accesible desde ordenadores, tabletas u otros dispositivos móviles; sin embargo, la inmersiva (3D) requiere de gafas o cascos de RV para ofrecer profundidad, volumen e interacción total, lo que posibilita mayor sensación de inmersión y, por consiguiente, de realismo. Estas diferencias entre ambas modalidades podrían presentar implicaciones significativas en la motivación del estudiantado, al ser considerada un elemento clave en la persistencia, el compromiso y el rendimiento académico (Huang et al., 2021; Coban et al., 2022). En este sentido, el modelo ARCS (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción) de Keller (2010), basado en la teoría motivacional aplicada al diseño instruccional, ha sido ampliamente utilizado para analizar y promover la motivación en entornos educativos mediados por tecnología. Para ello, el cuestionario *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS) se ha consolidado como un instrumento válido y fiable para evaluar la motivación generada por materiales instruccionales específicos, incluidos recursos digitales interactivos. Así pues, la

integración de objetos de aprendizaje en RV abre nuevos interrogantes con respecto a la modalidad de acceso y cómo puede impactar en las variables motivacionales propuestas por el modelo ARCS, especialmente en lo relativo a la atención y la satisfacción derivadas del grado de inmersión (Radianti et al., 2020; Di Natale et al., 2024).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo comparar, según modalidad de acceso (inmersiva o escritorio), los niveles de motivación del estudiantado universitario tras la interacción con el diseño pedagógico de objetos de aprendizaje basados en RV.

2. Marco conceptual

2.1. La Realidad Virtual en educación superior

La disrupción de las tecnologías emergentes (la realidad virtual, la realidad extendida, la inteligencia artificial, el internet de las cosas, entre otras) en los últimos tiempos ha sido notoria. La integración de la Realidad Virtual en los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en contextos de formación docente y microenseñanza, se ha visibilizado como un potenciador transformador de la educación superior, evidenciando su efecto positivo en el rendimiento académico, la motivación y el compromiso cognitivo y emocional del estudiantado (Coban et al., 2022; Chen et al., 2024; Victoria et al., 2024; Díaz et al., 2025). Así pues, la RV se caracteriza por su capacidad para generar simulaciones en entornos inmersivos, multisensoriales, interactivos, seguros y experienciales, lo que permite superar las limitaciones espaciales y temporales, promover aprendizajes significativos y contextualizados en el estudiantado al interactuar y comprender de manera activa contenidos abstractos, explorar escenarios complejos y desarrollar competencias para el aprendizaje y la formación profesional (Radianti et al., 2020; Sviridova et al., 2023; Rodríguez et al., 2024; Llanos-Ruiz et al., 2025).

Desde el punto de vista cognitivo, el uso de la RV influye en los procesos de atención, comprensión y memoria. Estudios como los de Petersen et al. (2023) y Kaplan-Rakowski y Gruber (2024) han demostrado que los entornos de inmersión favorecen aprendizajes como la lectura comprensiva y el aprendizaje colaborativo, al integrar estrategias pedagógicas adecuadas que eviten la sobrecarga cognitiva y al contemplar la importancia, tal y como manifestaron Radianti et al. (2020), del diseño instruccional y su entramado entre objetivos, actividades y tecnología. En este sentido, la carga cognitiva se define como la cantidad de recursos mentales que una persona debe emplear para procesar la información durante una tarea de aprendizaje, distinguiéndose entre carga intrínseca (relativa a la complejidad del contenido), carga extrínseca (derivada de la forma en que se presenta la información) y carga relevante (asociada al esfuerzo cognitivo que contribuye directamente a la comprensión, la automatización del conocimiento y al aprendizaje significativo), cuyo equilibrio resulta clave para optimizar el aprendizaje (Sweller et al., 2019; Greenberg & Zheng, 2022). Asimismo, Kumar et al. (2023), Di Natale et al. (2024) y Serrano-Malebrán et al. (2025) han señalado que los entornos virtuales inmersivos captan de manera eficaz la atención del estudiantado, incrementan la percepción de relevancia de los contenidos, refuerzan la confianza en el propio aprendizaje y evidencian que la utilidad percibida, la facilidad de uso y la experiencia inmersiva influyen significativamente en la adopción sostenida de estas tecnologías por parte del estudiantado, lo que repercute positivamente en la satisfacción y en los resultados académicos.

Aunado a lo expuesto, las últimas investigaciones sitúan la RV como un elemento catalizador para avanzar hacia una educación superior más inclusiva e innovadora, atendiendo la diversidad, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), concretamente con el ODS 4 Educación de Calidad. Las investigaciones de Llanos-Ruiz et al. (2025) y Zhang et al. (2025) ponen de manifiesto cómo la RV contribuye a un acceso democrático del conocimiento y equitativo de experiencias educativas de calidad, abogan por una formación apoyadas en pedagogías motivacionales, estrategias innovadoras y de liderazgo basadas en políticas educativas universitarias. En este sentido, la Realidad Virtual se percibe como una tecnología con potencial transformador en educación, capaz de enriquecer la experiencia de aprendizaje, fomentar la motivación y mejorar los resultados académicos del estudiantado universitario.

2.2. Motivación, Realidad Virtual e IMMS en los procesos de aprendizaje

Uno de los factores determinantes en los procesos de aprendizaje mediados por tecnologías digitales, como la Realidad Virtual, es la motivación. El modelo ARCS propuesto por Keller (2010) se ha consolidado como uno de los referentes clave para el diseño instruccional orientado a fomentar la motivación del estudiantado. Este modelo conceptualiza la motivación a partir de cuatro dimensiones fundamentales: atención, relevancia, confianza y satisfacción, que actúan de manera interrelacionada para preservar el compromiso y el esfuerzo del estudiantado durante su aprendizaje. Basado en este modelo, el *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS) se vislumbra como un instrumento cuya finalidad es medir la motivación que generan los materiales instruccionales en distintos contextos educativos. Estudios recientes han reafirmado la validez y fiabilidad del IMMS, así como su complementariedad con otros instrumentos como el MSLQ (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire*), consolidándolo como una herramienta clave para promover y apoyar los procesos de aprendizaje autorregulados, y evaluar el impacto motivacional de recursos digitales y tecnologías inmersivas como la RV (Hauze & Marshall, 2020; Revishvili & Tsereteli, 2024; Cook & Skrupky, 2025).

Bajo esta perspectiva, la RV presenta atributos directamente relacionados con las dimensiones del modelo ARCS. Su capacidad para generar entornos virtuales interactivos y multisensoriales favorece la captación y el mantenimiento de la atención y su relevancia, al ofrecer escenarios que permiten comprender contenidos complejos, simular experiencias novedosas y altamente estimulantes que le acerca a la realidad profesional y cotidiana. Investigaciones centradas en el uso de objetos de aprendizaje en RV evidencian como el estudiantado valora positivamente el potencial motivador, destacando el interés, la curiosidad y el disfrute como elementos clave de la propia experiencia de aprendizaje (Cabero-Almenara et al., 2025). Asimismo, estudios en ámbitos de las ciencias de la salud, las ciencias sociales o la formación docente muestran que la RV ayuda a facilitar la conexión entre los contenidos teóricos y su aplicación práctica, incrementando la percepción de utilidad y significado del aprendizaje (Cabero-Almenara et al., 2023; Villena-Taranilla et al., 2025).

En relación con la confianza, la posibilidad de interactuar con entornos seguros, repetir tareas y recibir retroalimentación de manera inmediata contribuye al desarrollo de la autoeficacia percibida. Investigaciones realizadas en contextos de simulación educativa y aprendizaje con realidad aumentada y virtual indican que estas tecnologías reducen la

ansiedad que se genera ante la posibilidad de cometer un error y fortalecen la percepción de control sobre el propio proceso de aprendizaje, lo que repercute positivamente en el rendimiento académico (Tsai, 2020; Chaljub Hasbún et al., 2022). Y en cuanto a la dimensión de satisfacción se ve igualmente potenciada por la experiencia inmersiva, al generar sensaciones de logro, disfrute y gratificación intrínseca. Estudios que han aplicado el IMMS en entornos de aprendizaje síncrono y con tecnologías mixtas señalan que los materiales altamente interactivos y visuales incrementan la satisfacción del estudiantado, y promueven su disposición a continuar aprendiendo, estableciendo, de esta manera, una relación positiva entre motivación y desempeño académico (Hauze & Marshall, 2020; Sabayton et al., 2023). Desde una mirada más amplia, la investigación de Gandolfi y Ferdig (2025) evidencia que la sensación de presencia mediada por tecnologías como la realidad aumentada y la virtual actúa como un facilitador clave de la motivación, reforzando las dimensiones del modelo ARCS.

Por todo lo expuesto, cabe señalar que la integración del modelo ARCS y del IMMS como marco teórico y metodológico permite analizar de manera rigurosa el impacto motivacional de la Realidad Virtual en los procesos de aprendizaje. La evidencia empírica revisada respalda que los entornos inmersivos, cuando son diseñados basados en criterios pedagógicos, potencian significativamente la motivación del estudiantado en sus distintas dimensiones, favoreciendo aprendizajes más efectivos, significativos, equitativos y sostenibles. Así pues, en Educación Superior, la convergencia entre motivación, RV e IMMS se configura como un eje estratégico para el diseño de objetos de aprendizaje y experiencias formativas innovadoras y centradas en el estudiantado.

3. Método

3.1. Diseño de investigación

El estudio adoptó un diseño cuantitativo, descriptivo-comparativo y transversal, cuyo objetivo fue comparar los niveles de motivación de estudiantes universitarios tras la interacción con un objeto de aprendizaje en realidad virtual (RV), según la modalidad de acceso: escritorio (2D) o inmersiva (3D).

La condición inmersiva se desarrolló mediante visores Meta Quest 3, dispositivos de alta fidelidad sensorial que permiten interacción natural a través de controladores, seguimiento de manos y reconocimiento espacial tridimensional. Por su parte, la modalidad de escritorio utilizó pantallas de ordenador o tabletas, con interacción bidimensional convencional. El propósito comparativo del diseño fue determinar si la forma de acceso al recurso de RV se asociaba a variaciones en los niveles motivacionales reportados por los participantes, considerando que los grupos no fueron aleatorizados, sino asignados por conveniencia según disponibilidad de infraestructura, lo que limita la inferencia causal fuerte, pero preserva la validez ecológica en un contexto educativo real.

3.2. Participantes

La muestra estuvo compuesta por 217 estudiantes matriculados en la asignatura de Tecnología Educativa de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de

Sevilla. La distribución por modalidad de interacción fue equilibrada, lo que fortalece la validez del análisis comparativo entre grupos (Tabla 1):

Tabla 1.

Distribución de la muestra según la modalidad de interacción

| Modalidad de RV | Frecuencia (n) | Porcentaje (%) |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Escritorio (pantalla de ordenador/Tablet) | 110 | 50.7 |
| Inmersiva (gafas Meta Quest 3) | 107 | 49.3 |
| Total | 217 | 100.0 |

El muestreo aplicado para su selección fue no probabilístico por conveniencia, una técnica adecuada cuando se requiere acceso directo a los participantes en un contexto educativo real. Aunque este tipo de muestreo limita la generalización de los resultados, permite garantizar la participación de un grupo accesible y homogéneo en términos académicos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

3.3. Instrumento

El instrumento de recogida de datos que se utilizó fue el *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS) de Keller (2010), un cuestionario estandarizado para evaluar la motivación hacia materiales educativos, basado en el modelo ARCS (Atención, Relevancia, Confianza, Satisfacción). El instrumento consta de 35 ítems, evaluados en escala tipo Likert de 7 puntos.

Los coeficientes de fiabilidad muestran una consistencia interna excelente para la escala total del IMMS y valores muy altos en todas las dimensiones del modelo ARCS, especialmente en la dimensión Atención, que alcanza el mayor nivel de precisión (Tabla 2). Estos resultados confirman que las respuestas de los estudiantes fueron estables y coherentes para medir motivación en experiencias educativas con RV.

Tabla 2.

Coefficientes de fiabilidad de las dimensiones del IMMS

| Dimensión ARCS | α de Cronbach | ω de McDonald |
|-----------------------|--|--|
| Atención | 0.912 | 0.842 |
| Confianza | 0.870 | 0.884 |
| Satisfacción | 0.850 | 0.860 |
| Relevancia | 0.781 | 0.802 |
| Total | 0.900 | 0.911 |

3.4. Procedimiento de aplicación

La investigación se desarrolló en un contexto de aula real. En primer lugar, se seleccionó un objeto de aprendizaje en realidad virtual alineado con los contenidos y competencias de la asignatura Tecnología Educativa. Posteriormente, los estudiantes interactuaron con el recurso de RV en una de las dos modalidades disponibles, en función de la infraestructura y disponibilidad del aula: (1) escritorio, mediante pantallas de ordenador o tablet con interacción 2D convencional, y (2) inmersiva, accediendo al entorno 3D a

través de visores Meta Quest 3, que permiten interacción natural mediante controladores y seguimiento de manos.

Con el fin de reducir la posible influencia del denominado “efecto novedad”, variable que puede sesgar las valoraciones cuando el estudiantado entra en contacto por primera vez con una tecnología, se llevó a cabo una sesión introductoria previa. En dicha sesión se explicó el uso educativo de la RV y sus posibles aplicaciones en el ámbito formativo, con el objetivo de familiarizarles con la herramienta antes de su implementación en la experiencia de aprendizaje. En las otras sesiones, se les presentó el objeto de aprendizaje: definición conceptual, objetivos, funciones, navegación, elementos clave, las tecnologías que integra, así como el tipo de enfoques de aprendizaje que promueve, y su puesta en marcha.

Una vez finalizada la experiencia de aprendizaje, se administró el cuestionario IMMS en formato digital, garantizando que su aplicación fuera inmediata a la interacción para reducir sesgos de recuerdo. Durante todo el proceso, se respetaron criterios éticos fundamentales, incluyendo la participación voluntaria, el anonimato de las respuestas y el uso de los datos exclusivamente con fines académicos e investigativos.

3.5. Análisis de datos

El tratamiento estadístico se estructuró en dos etapas complementarias. En la primera, se realizó un análisis descriptivo global sobre el total de la muestra ($n=217$), sin segmentación por modalidad, mediante el cálculo de medias (M) y desviaciones estándar (DE) tanto para cada ítem individual como para las cuatro dimensiones del modelo ARCS (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción), además de la puntuación total de motivación del IMMS.

En la segunda etapa, se efectuó una comparación inferencial entre grupos independientes (Escritorio vs. Inmersiva). Dado que las respuestas provienen de una escala ordinal tipo Likert de 7 puntos y no puede asumirse normalidad multivariante, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, aplicando un contraste bilateral y estableciendo un nivel de significación estadística de $\alpha=.05$. Este análisis permitió examinar si las diferencias observadas en los estadísticos descriptivos entre ambas modalidades eran lo suficientemente consistentes como para considerarse significativas a nivel poblacional.

4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el proceso de investigación, organizados en cuatro apartados: motivación general hacia el material de RV, comparación descriptiva por modalidad de acceso, contraste inferencial entre grupos y análisis específico por ítems del instrumento IMMS.

4.1. Motivación general hacia el material de RV

Los resultados descriptivos se calcularon sobre el total de la muestra válida ($n=217$). Todas las puntuaciones medias del IMMS superaron el punto medio teórico de la escala (4 en un rango de 1 a 7), lo que indica una percepción motivacional positiva hacia el

material de RV, independientemente del formato de acceso o dispositivo utilizado (Tabla 3).

Tabla 3.

Medias y desviaciones típicas obtenidas en el IMMS

| Dimensión ARCS | M | DE |
|-------------------------|----------|-----------|
| Atención | 5.50 | 0.951 |
| Confianza | 5.20 | 0.827 |
| Satisfacción | 5.53 | 0.972 |
| Relevancia | 5.32 | 0.830 |
| Motivación Total (IMMS) | 5.39 | 0.778 |

Las dimensiones con mayor valoración motivacional percibida fueron Satisfacción (M=5.53) y Atención (M=5.50), lo que indica que el recurso no solo captó el interés del estudiantado, sino que también generó una experiencia gratificante al completarlo. Este doble resultado es especialmente relevante en el contexto de entornos inmersivos, donde la novedad tecnológica puede provocar una atracción inicial, pero no siempre garantiza un compromiso continuado. En este caso, los datos sugieren que el diseño del objeto de aprendizaje en RV logró ir más allá del “efecto novedad”, proporcionando estímulos significativos, elementos interactivos y posiblemente una narrativa o estructura que favoreció la implicación activa del estudiantado. Asimismo, la elevada puntuación en Satisfacción indica que la experiencia fue percibida como valiosa y gratificante, lo cual puede estar relacionado con la percepción de logro, la retroalimentación recibida o la sensación de progreso dentro del entorno virtual. Este aspecto resulta clave, ya que la satisfacción final suele actuar como un predictor importante de la disposición futura hacia el uso de recursos similares.

En relación con la dimensión Confianza, aunque también mostró valores positivos, obtuvo la media más baja del modelo ARCS (M=5.20), lo que podría indicar que algunos estudiantes no se sintieron completamente seguros de dominar todo el contenido o afrontar una evaluación basada en el material. Es posible que la propia naturaleza inmersiva de la RV, al priorizar la exploración y la experiencia, no siempre enfatice explícitamente los objetivos de aprendizaje o los criterios de éxito, lo que puede generar cierta incertidumbre en el estudiantado respecto a su desempeño.

Estos resultados evidencian que el objeto de aprendizaje en RV fue percibido como motivador en términos generales, especialmente en aquellos componentes relacionados con la captación del interés (Atención) y la valoración positiva de la experiencia (Satisfacción). Sin embargo, la ligera disminución en la dimensión de Confianza pone de manifiesto la necesidad de equilibrar el diseño experiencial con estrategias pedagógicas más explícitas que refuercen la percepción de autoeficacia del alumnado.

4.2. Comparación descriptiva por modalidad de acceso

El análisis descriptivo por modalidad de acceso se realizó diferenciando entre los dos grupos: escritorio e inmersivo. En términos generales, ambas condiciones reportaron niveles de motivación por encima del punto medio teórico de la escala, manteniendo un

patrón motivacional positivo tras la interacción con el objeto de aprendizaje en RV (Tabla 4).

Tabla 4.

Medias y DE por modalidad de acceso

| Dimensión | Escritorio M (DE) | Inmersiva M (DE) |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Atención | 5.43 (0.946) | 5.57 (0.956) |
| Confianza | 5.11 (0.824) | 5.29 (0.823) |
| Satisfacción | 5.48 (0.938) | 5.58 (1.008) |
| Relevancia | 5.26 (0.789) | 5.39 (0.869) |
| Motivación Total (IMMS) | 5.32 (0.746) | 5.46 (0.808) |

Aunque el grupo que utilizó de modalidad inmersiva obtuvo medias ligeramente superiores en todas las dimensiones del modelo ARCS y en la puntuación total del IMMS, en comparación con la modalidad de escritorio, las diferencias observadas son reducidas. Desde una perspectiva cualitativa, este patrón sugiere que la experiencia inmersiva pudo generar una percepción global algo más positiva, posiblemente asociada a la mayor sensación de presencia, interacción y exploración activa del entorno, elementos que suelen caracterizar a los entornos de realidad virtual.

El mayor contraste se observa en la dimensión Confianza (+0.18), lo que resulta especialmente interesante desde una interpretación pedagógica y que podría indicar que la interacción 3D favoreció una percepción ligeramente mayor de control, dominio o seguridad para aprender con el material, pero sin que ello sea suficiente para establecer diferencias estadísticas significativas. Estas diferencias debían contrastarse estadísticamente para determinar si respondían a un patrón consistente entre grupos. Por tanto, los resultados descriptivos apuntan a una ventaja leve de la modalidad inmersiva, aunque de magnitud limitada, posiblemente dependiente del diseño instruccional concreto del recurso y del grado en que este logra integrar de manera coherente la inmersión tecnológica con estrategias pedagógicas que sostengan de forma estable la motivación y la percepción de competencia del estudiantado.

4.3. Comparación inferencial entre grupos

Tras el análisis descriptivo, en el que se observaron diferencias leves y de magnitud reducida entre modalidades de acceso, se procedió a comprobar si dichas variaciones eran estadísticamente consistentes. Para ello, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para dos grupos independientes no equivalentes (escritorio vs. inmersiva), dado que no podía asumirse normalidad en las puntuaciones ordinales derivadas de la escala Likert de 7 puntos. De forma complementaria, se reportó el estadístico W de Wilcoxon (suma de rangos del grupo de referencia), con el fin de reforzar la transparencia y reproducibilidad del contraste (Tabla 5).

Tabla 5.

Contraste U de Mann-Whitney y W de Wilcoxon por dimensión del modelo ARCS

| Dimensión | U de Mann-Whitney | W de Wilcoxon | Z | p (bilateral) |
|------------------|--------------------------|----------------------|----------|----------------------|
| Atención | 5340.50 | 11445,500 | -1.178 | .239 |
| Confianza | 5083.00 | 11188,000 | -1.736 | .083 |
| Satisfacción | 5458.00 | 11563,000 | -0.926 | .355 |
| Relevancia | 5190.00 | 11295,000 | -1.504 | .132 |
| Total (IMMS) | 5167.50 | 11272,500 | -1.552 | .121 |

Los resultados evidencian que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre estudiantes que accedieron a la experiencia de RV en modalidad inmersiva y aquellos que lo hicieron desde dispositivos de escritorio ($p > .05$ en todas las dimensiones y en la puntuación global).

Aunque el grupo inmersivo mostró rangos promedio ligeramente superiores en los estadísticos descriptivos previos, estas diferencias no alcanzaron magnitud suficiente para considerarse consistentes a nivel poblacional. La proximidad de los rangos observados refuerza que la distribución motivacional fue altamente comparable entre grupos, lo que sugiere que el impacto del objeto de aprendizaje en RV se explicó más por la calidad de la experiencia instruccional que por el hardware utilizado.

En conjunto, los datos permiten concluir que el recurso de aprendizaje en RV fue percibido como motivador en ambas modalidades de acceso, con niveles equivalentes de atención, relevancia, confianza y satisfacción, lo que refuerza la idea de que su valor motivacional no dependió del dispositivo, sino de la experiencia educativa generada por el diseño del objeto de aprendizaje.

4.4. Análisis descriptivo por ítems (35 ítems IMMS): Impacto motivacional específico.

Con el propósito de profundizar en los patrones motivacionales identificados por dimensiones del modelo ARCS, se realizó un análisis descriptivo detallado de los 35 ítems que integran el *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS), diferenciando entre modalidad de acceso escritorio e inmersiva. Aunque las puntuaciones generales mostraron una motivación positiva y equivalente en ambos grupos, el examen por ítems permitió identificar matices relevantes en la experiencia percibida por el estudiantado. Los estadísticos completos de cada ítem pueden consultarse en el Anexo 1.

Los resultados muestran que los ítems con mayor valoración motivacional se concentraron en componentes asociados al atractivo tecnológico, el interés intrínseco del material y la percepción de logro personal. Los puntajes más altos correspondieron al Ítem 8 (La tecnología del material es atractiva, $M=6.10$, $DE=1.054$), seguido del Ítem 2 (El material fue interesante y captó mi atención, $M=5.88$, $DE=1.000$) y el Ítem 5 (Completar la actividad me dio sensación de logro, $M=5.80$, $DE=1.064$). Este patrón indica que el recurso fue percibido como altamente estimulante, visualmente atractivo y gratificante, atributos que favorecen la activación motivacional en entornos de aprendizaje mediados por RV educativa.

En términos generales, los ítems con mayor valoración motivacional en ambas modalidades se concentraron en componentes asociados al atractivo tecnológico, el interés despertado y la sensación de logro personal tras completar la actividad. Destacaron especialmente el Ítem 8 (“La tecnología del material es atractiva”, $M=6.10$, $DE=1.054$), el Ítem 2 (“El material fue interesante y captó mi atención”, $M=5.88$, $DE=1.000$) y el Ítem 5 (“Completar la actividad me dio sensación de logro”, $M=5.80$, $DE=1.064$). Estos resultados sugieren que, independientemente del dispositivo empleado, el objeto de aprendizaje consiguió activar mecanismos motivacionales asociados a la atención inicial y la satisfacción final.

No obstante, el análisis también reveló diferencias en algunos ítems relacionados con la exigencia cognitiva y el esfuerzo requerido. El caso más evidente apareció en el Ítem 3 (“El material fue más difícil de lo que me habría gustado”, $M=4.74$, $DE=1.566$), donde la modalidad inmersiva obtuvo una media superior ($M=5.11$, $DE=1.416$) frente a escritorio ($M=4.38$, $DE=1.625$). Esta diferencia sugiere que la experiencia inmersiva pudo ser percibida como más demandante, posiblemente debido a la necesidad de procesar simultáneamente información espacial, estímulos visuales tridimensionales e interacción motora dentro del entorno virtual. En esta misma línea, otros ítems asociados a carga cognitiva mantuvieron valores moderados, como el Ítem 7 (“Hubo demasiada información para recordar”; $M=4.52$) y el Ítem 22 (“Las repeticiones hicieron la actividad menos motivadora”; $M=4.67$). Aunque estas puntuaciones no reflejan una valoración negativa, sí indican que una parte del estudiantado percibió ciertos niveles de saturación informativa o redundancia durante la experiencia.

Por otro lado, la modalidad inmersiva tendió a obtener puntuaciones ligeramente superiores en ítems vinculados con interés, disfrute, y utilidad percibida, como el Ítem 21 (“Disfruté la lección”), el Ítem 33 (“El contenido será útil”) o el Ítem 35 (“La buena organización me dio seguridad”). Esto podría interpretarse como un efecto positivo de la sensación de presencia y del mayor realismo experiencial que ofrece la interacción tridimensional.

En conjunto, los resultados por ítems muestran que ambas modalidades resultan motivadoras, aunque la realidad virtual inmersiva parece intensificar simultáneamente dos procesos: por un lado, incrementa el interés, disfrute e implicación; por otro, eleva ligeramente la percepción de dificultad y esfuerzo cognitivo. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de equilibrar inmersión tecnológica y claridad instruccional en el diseño de experiencias educativas basadas en RV.

5. Discusión

Los resultados del estudio indican que el objeto de aprendizaje en Realidad Virtual (RV) genera una motivación alta en los estudiantes universitarios. Esta motivación es prácticamente igual en la modalidad inmersiva (con visores Meta Quest 3) y en la de escritorio (2D). Las medias del IMMS superan el punto medio de la escala (4) en todas las dimensiones del modelo ARCS: Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción. Además, no aparecen diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p > .05$ en todas las comparaciones). Se concluye que el objeto de aprendizaje logra motivar al estudiante gracias a su estructura interna, independientemente de si la tecnología empleada es inmersiva o de escritorio.

5.1. Motivación general y atractivo tecnológico

Las puntuaciones medias altas del IMMS (especialmente Satisfacción $M = 5.53$ y Atención $M = 5.50$) muestran que el recurso de RV es percibido como motivador en ambos formatos, resultados similares a los presentados por Gandolfi y Ferdig (2025). Los estudiantes valoran mucho el atractivo de la tecnología y la sensación de logro al completarlo (ítems como el 8 y el 5 obtienen las notas más altas). Esto coincide con revisiones sistemáticas que destacan cómo la RV, incluso en pantallas normales, aumenta el interés y la gratificación gracias a su interactividad visual, novedad y capacidad para simular experiencias reales (Radianti et al., 2020; Huang et al., 2021; Di Natale et al., 2024). Aunque se podría presuponer que la inmersión total generaría un entusiasmo significativamente superior, las pruebas estadísticas confirman que no existen diferencias consistentes entre ambas modalidades. Esta uniformidad indica que el factor determinante de la motivación no es el soporte físico o el nivel de sofisticación tecnológica del visor, sino la calidad intrínseca del objeto de aprendizaje, su capacidad para integrarse con los objetivos docentes, y la necesidad de equilibrar el diseño experiencial con estrategias pedagógicas más explícitas que refuercen la percepción de autoeficacia del estudiantado acordes con lo manifestado en su estudio Cabero-Almenara et al. (2025).

5.2. Comparación por dimensiones del modelo ARCS

Aunque el grupo inmersivo tiene medias descriptivamente un poco más altas en todas las dimensiones (la mayor diferencia aparece en Confianza, +0.18), la prueba U de Mann-Whitney confirma que no hay diferencias significativas. Atención y Satisfacción son las dimensiones más fuertes en ambos grupos: el recurso capta el interés y deja una experiencia gratificante de forma equivalente.

La dimensión más baja en general es la confianza, aunque ligeramente mejor en inmersivo, en consonancia con el estudio de Chaljub Hasbún et al. (2022). La interacción natural (controladores, seguimiento de manos y reconocimiento espacial) puede hacer que los estudiantes se sientan algo más seguros de dominar el contenido. Sin embargo, esta ventaja no es suficiente para marcar una diferencia estadística clara. Algunos ítems relacionados con dificultad percibida muestran valores un poco más altos en inmersivo, lo que sugiere que la experiencia 3D puede exigir más atención simultánea (procesar estímulos visuales, auditivos y motores al mismo tiempo). También se tendría que valorar la familiaridad previa del estudiantado con entornos digitales, las habilidades espaciales o incluso la actitud hacia la tecnología (Chen et al., 2024; Serrano-Malebrán et al., 2025).

5.3. Diseño instruccional, carga cognitiva y equivalencia motivacional

El análisis detallado por ítems revela que los aspectos negativos (demasiada información para recordar, repeticiones que aburren, dificultad mayor de la deseada) aparecen en las dos modalidades. Hay una ligera tendencia a percibir más exigencia cognitiva en inmersivo, posiblemente porque la inmersión completa introduce más estímulos sensoriales al mismo tiempo. Si el diseño no controla bien estos elementos (por ejemplo, con segmentación clara del contenido, reducción de distractores o pausas guiadas), puede aumentar la carga extrínseca y restar foco al aprendizaje principal tal y como señalan los estudios de Kaplan-Rakowski y Gruber (2024) y Villena-Taranilla et al. (2025).

Estos resultados confirman que la similitud en los niveles de motivación entre ambas modalidades se debe principalmente a la calidad del diseño instruccional, más que al grado de inmersión tecnológica del dispositivo utilizado (Makransky & Petersen, 2019). El objeto de aprendizaje parece aplicar adecuadamente los principios del modelo ARCS, al captar la atención mediante elementos atractivos, otorgar relevancia al vincularse con los contenidos de Tecnología Educativa, generar confianza a través de la sensación de logro y favorecer la satisfacción con la experiencia de aprendizaje. En este sentido, los resultados refuerzan el planteamiento de Keller (2010), según el cual la motivación en entornos educativos depende fundamentalmente del diseño pedagógico que activa las dimensiones de atención, relevancia, confianza y satisfacción. Así, el tipo de dispositivo empleado (visor inmersivo o pantalla de escritorio) parece tener un peso menor que la calidad del diseño didáctico del recurso.

6. Conclusiones

Tal y como se muestra en los resultados, se confirma que la inserción de objetos de aprendizaje en Realidad Virtual (RV), modalidad inmersiva y de escritorio, se establece como una estrategia eficaz para incrementar la motivación del estudiantado universitario al poseer una capacidad de transformar para mejorar la educación superior, como así se contempla en la fundamentación teórica y se corrobora en los resultados del diseño experimental. La experiencia inmersiva tiene una implicación y entusiasmo algo mayor, aunque ambas modalidades muestran un potencial muy significativo al ser evaluada la motivación a través del instrumento *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS) basado en el modelo ARCS (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción). Hacemos referencia a que, esta incorporación de las tecnologías emergentes en la educación superior conlleva cambios en la formación inicial a través de actuales planteamientos sobre el diseño de contenidos y experiencias de aprendizaje, por lo que la RV se entiende como un recurso capaz de ayudar a mejorar el rendimiento académico (Radianti et al., 2020; Huang et al., 2021).

La RV se ha visibilizado como un potenciador transformador de la educación superior (Coban et al., 2022; Chen et al., 2024; Victoria et al., 2024; Díaz et al., 2025). En este sentido, estudios e investigaciones centradas en el uso de RV en las aulas muestran la valoración positiva del alumnado por su interés, curiosidad y disfrute hacia estos elementos tecnológicos, factores clave para participar e implicarse en la tarea y, por ende, desarrollar su propio aprendizaje partiendo de la experiencia (Cabero-Almenara et al., 2025). De este modo, se concluye que, el éxito de la RV en entornos de educación superior promueve una implantación de estos objetos con un enfoque inclusivo y equitativo, orientada a la mejora de la calidad de todos los sujetos y de la mejora de la experiencia del aprendizaje.

Así pues, el estudio ayuda a cuestionar la idea de que la RV inmersiva de alta fidelidad siempre es superior en motivación a la no inmersiva. Cuando el objeto de aprendizaje está bien diseñado y sigue fielmente el modelo ARCS, ambas modalidades generan efectos motivacionales muy similares. Esto abre la puerta a enfoques mixtos: emplear la versión inmersiva en sesiones importantes o prácticas concretas, y la de escritorio para el resto, siempre dando prioridad a la pedagogía por encima de la tecnología. En investigaciones futuras sería útil medir también la sensación de presencia, la carga cognitiva con más

detalle y los efectos a largo plazo, para comprender mejor estas similitudes y mejorar el uso de la RV en la educación superior.

A pesar de ello, el estudio presenta ciertas limitaciones que conviene considerar. Por un lado, la selección de los participantes, no se realizó mediante un procedimiento de muestreo aleatorio. Por otro, el instrumento utilizado se basó en la autopercepción del estudiantado, concretamente a través del *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS), fundamentado en el modelo ARCS (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción). Aunque este cuestionario permita valorar la motivación generada por los materiales educativos, su carácter subjetivo podría dar lugar a ciertos sesgos en las respuestas. En este sentido, estas limitaciones muestran la posibilidad de plantear futuras investigaciones que incorporen la triangulación de métodos y la utilización de instrumentos complementarios, con el fin de obtener una comprensión más completa y rigurosa del grado de usabilidad y del impacto motivacional del recurso analizado.

No obstante, los datos obtenidos tienen consecuencias prácticas relevantes para las universidades, sobre todo para aquellas con recursos económicos limitados o instalaciones desiguales. La modalidad de escritorio permite llevar la RV motivadora a muchos estudiantes al mismo tiempo, sin necesidad de visores costosos ni aulas especiales. Se consiguen beneficios parecidos en la participación y el interés de los alumnos si se invierte más en el diseño del contenido: una historia atractiva, actividades interactivas bien equilibradas y retroalimentación rápida. Además, se favorece la inclusión: los estudiantes que sufren mareos por movimiento tienen limitaciones físicas o acceden desde fuera pueden participar sin problemas. En situaciones reales como las aulas universitarias, donde no siempre hay visores suficientes para todos, la RV de escritorio se presenta como una alternativa eficiente y justa.

Presentación del artículo: 17 de marzo de 2026

Fecha de aprobación: 6 de mayo de 2026

Fecha de publicación: 1 de julio de 2026

| |
|--|
| Martínez-Pérez, S., Montenegro-Rueda, M., Fernández Scagliusi, Ma. V., & Piñero-Virué, R. (2026). La motivación en objetos de aprendizaje en Realidad Virtual inmersiva y de escritorio: un estudio comparativo. <i>Revista de Educación a Distancia</i> , 26(84). http://dx.doi.org/10.6018/red.707221 |
|--|

Financiación

Este trabajo se ha recibido financiación a través del Programa Estatal para Promover la Investigación Científica y Tecnológica y su Transferencia, dentro del marco del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023. Ministerio de Ciencia e Innovación. Número de referencia: PID2022-136430OB-I00.

Declaración de las personas autoras sobre el uso de LLM

Este artículo no ha utilizado para su redacción textos provenientes de un LLM (ChatGPT u otros).

Declaración de las contribuciones de las personas autoras

Conceptualización, Sandra Martínez-Pérez (S.M-P.), Marta Montenegro-Rueda (M.M-R.), María Victoria Fernández Scagliusi (M.V.F.S.) y Rocío Piñero-Virué (R.P-V); curación de datos, S.M-P., M. M-R., M.V.F.S. y R.P-V.; software, S.M-P., M. M-R., M.V.F.S. y R.P-V.; análisis formal, S.M-P., M. M-R., M.V.F.S. y R.P-V.; investigación, S.M-P., M. M-R., M.V.F.S. y R.P-V.; metodología, S.M-P., M. M-R., M.V.F.S. y R.P-V.; recursos, S.M-P. y M. M-R.; supervisión, S.M-P.; validación, S.M-P., M. M-R. y M.V.F.S; redacción –borrador original, S.M-P., M. M-R., M.V.F.S. y R.P-V.; redacción –revisión y edición, S.M-P., M. M-R., M.V.F.S. y R.P-V.

Referencias

- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C., & Martínez-Pérez, S. (2025). Posibilidades motivadoras de los objetos de aprendizaje en Realidad Virtual: Valoración por los estudiantes. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, 31(3), 146-161. <https://doi.org/10.31876/rcs.v31i3.44274>
- Cabero-Almenara, J., De-La-Portilla-De-Juan, F., Barroso-Osuna, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2023). Technology-Enhanced Learning in Health Sciences: Improving the Motivation and Performance of Medical Students with Immersive Reality. *Applied Sciences*, 13(14), 8420. <https://doi.org/10.3390/app13148420>
- Chaljub Hasbún, J., Peguero, J. R., & Mendoza Torres, E. (2022). Uso de la Realidad Aumentada como herramienta de motivación para la enseñanza de los elementos de la Tabla Periódica. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 80. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2293>
- Chen, J., Fu, Z., Liu, H., & Wang, J. (2024). Effectiveness of Virtual Reality on Learning Engagement: A Meta-Analysis. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies (IJWLTT)*, 19(1), 1-14. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.334849>
- Coban, M., Bolat, Y. I., & Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 36, Article 100452. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452>
- Cook, D. A., & Skrupky, L. P. (2025). Validation of the motivated strategies for learning questionnaire and instructional materials motivation survey. *Medical Teacher*, 47(4), 635–645. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2024.2357278>
- Di Natale, A., Bartolotta, S., Gaggioli, A., Riva, G., & Villani, D. (2024). Exploring students' acceptance and continuance intention in using immersive virtual reality and metaverse integrated learning environments: The case of an Italian university course. *Education and Information Technologies*, 29, 14749–14768. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12436-7>

- Díaz, V., Carrero, O., & García-Chamizo, F. (2025). Impacto del uso de gafas de Realidad Virtual en el aprendizaje de los alumnos: estudio empírico. *European Public & Social Innovation Review*, *10*, 1–20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-465>
- Gandolfi, E., & Ferdig, R. E. (2025). Exploring the relationship between motivation and augmented reality presence using the augmented reality presence scale (ARPS). *Educational Technology Research and Development*, *73*, 793–814. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10446-5>
- Greenberg, K., & Zheng, R. (2022). Cognitive load theory and its measurement: A study of secondary tasks in relation to working memory. *Journal of Cognitive Psychology*, *34*(4), 497–515. <https://doi.org/10.1080/20445911.2022.2026052>
- Hauze, S., & Marshall, J. (2020). Validation of the Instructional Materials Motivation Survey: Measuring student motivation to learn via mixed reality nursing education simulation. In G. Marks (Ed.), *Proceedings of International Journal on E-Learning 2020* (pp. 49–64). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://doi.org/10.70725/668671umjvdu>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education.
- Huang, C.-H. (2021). Exploring the Continuous Usage Intention of Online Learning Platforms from the Perspective of Social Capital. *Information*, *12*(4), 141. <https://doi.org/10.3390/info12040141>
- Kaplan-Rakowski, R., & Gruber, A. (2024). An experimental study on reading in high-immersion virtual reality. *British Journal of Educational Technology*, *55*, 541–559. <https://doi.org/10.1111/bjet.13392>
- Keller, J.M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance. The ARCS Model Approach*. Springer Science & Business Media.
- Kumar, A., Saudagar, A. K. J., Alkhatami, M., Alsamani, B., Khan, M. B., Hasanat, M. H. A., Ahmed, Z. H., Kumar, A., & Srinivasan, B. (2023). Gamified Learning and Assessment Using ARCS with Next-Generation AIoMT Integrated 3D Animation and Virtual Reality Simulation. *Electronics*, *12*(4), 835. <https://doi.org/10.3390/electronics12040835>
- Llanos-Ruiz, D., Abella-García, V., & Ausín-Villaverde, V. (2025). Virtual Reality in Higher Education: A Systematic Review Aligned with the Sustainable Development Goals. *Societies*, *15*(9), 251. <https://doi.org/10.3390/soc15090251>
- Marín, F., Núñez, A., & Agosto, P. (2022). Estudio piloto: Percepción del uso de realidad virtual inmersiva en un grupo de estudiantes universitarios. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, *29*, 4–20. <https://doi.org/10.30827/reugra.v29.23560>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, *147*, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Revishvili, M., & Tsereteli, M. (2024). The psychological mechanism of self-regulated learning in a technology-enhanced environment. *Cogent Education*, *11*(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2372153>

- Rodríguez, M. E., Sandu, B. M., & Santana-Perera, B. (2024). Percepciones de autoeficacia en docentes en formación en España: un estudio de caso de microenseñanza utilizando realidad virtual inmersiva [Self-efficacy beliefs in Spanish pre-service teachers. A microteaching case study using immersive virtual reality]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 71, 7–24. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.107712>
- Serrano-Malebrán, J., Vidal-Silva, C., Campos-Nuñez, F., López, R. V. G., Araya-Márquez, C., & Plaza-Carvajal, K. (2025). Assessment of virtual reality as a pedagogical tool using ARCS and TAM in a Latin American context. *IEEE Access*, 13, 68020–68036. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3560478>
- Sabayton, K. M., Alvarado, R. M., Bacus, J., & Baluyos, G. (2023). Instructional Materials Motivation and Synchronous Classroom Learning in Relation to the Students' Academic Performance in Mathematics. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 3(3), 420-430. <https://doi.org/10.35877/454RI.eduline1988>
- Shackelford, L., David Huang, W., Craig, A., Merrill, C., & Chen, D. (2019). Relationships between motivational support and game features in a game-based virtual reality learning environment for teaching introductory archaeology. *Educational Media International*, 56(3), 183-200. <https://doi.org/10.1080/09523987.2019.1669946>
- Sviridova, E., Yastrebova, E., Bakirova, G., & Rebrina, F. (2023). Immersive technologies as an innovative tool to increase academic success and motivation in higher education. *Frontiers in Education*, 8, 1192760. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1192760>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Tsai, C. C. (2020). The effects of augmented reality to motivation and performance in EFL vocabulary learning. *International Journal of Instruction*, 13(4), 987-1000.
- Victoria, J. J., Fuentes-Cabrera, A., Fernández-Cerero, J., & Sadio-Ramos, F. J. (2024). Influencia de la Realidad Virtual en el rendimiento académico en Educación Secundaria a través de un meta-análisis [Influence of Virtual Reality on Academic Performance in Secondary Education Through a Meta-Analysis]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 71, 107–121. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.104279>
- Villena-Taranilla, R., Diago, P. D., & Colomer Rubio, J. C. (2025). Virtual Reality as a Pedagogical Tool: Motivation and Perception in Teacher Training for Social Sciences and History in Primary Education. *Education Sciences*, 15(4), 493. <https://doi.org/10.3390/educsci15040493>
- Yang, Y.F., & Fan, C.C. (2025). Evaluating the effectiveness of Virtual Reality (VR) technology in safety management and educational training: an empirical study on the application and feasibility of digital training systems. *Interactive Learning Environments*, 33(6), 3804–3832. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2454434>
- Zhang, Y., Dewitt, D., & Cheah, K. S. L. (2025). Virtual reality for sustainable and responsible pedagogy in art and design education: A systematic review of motivation

and digital leadership. *Cleaner and Responsible Consumption*, 18, 100311.
<https://doi.org/10.1016/j.clrc.2025.100311>

Anexo 1

Estadísticos descriptivos de los ítems del IMMS según el modelo ARCS y modalidad de acceso a la realidad virtual

| Ítem (ARCS) | Total M | Total DE | Escritorio M | Escritorio DE | Inmersiva M | Inmersiva DE |
|---|--------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1. Impresión de que sería fácil (C) | 5.21 | 1.336 | 5.03 | 1.417 | 5.39 | 1.227 |
| 2. Material interesante que llamó la atención (A) | 5.88 | 1.000 | 5.82 | 0.890 | 5.95 | 1.102 |
| 3. Material más difícil de lo deseado (C) | 4.74 | 1.566 | 4.38 | 1.625 | 5.11 | 1.416 |
| 4. Seguridad tras la intro (C) | 5.31 | 1.191 | 5.28 | 1.134 | 5.34 | 1.251 |
| 5. Sensación de logro de objetivos (S) | 5.80 | 1.064 | 5.73 | 1.057 | 5.88 | 1.070 |
| 6. Relación con conocimientos previos (R) | 5.39 | 1.109 | 5.38 | 1.173 | 5.40 | 1.045 |
| 7. Demasiada información para recordar (C) | 4.52 | 1.727 | 4.54 | 1.856 | 4.50 | 1.592 |
| 8. Tecnología atractiva (A) | 6.10 | 1.054 | 6.03 | 1.071 | 6.18 | 1.035 |
| 9. Importancia del material para otros (R) | 5.21 | 1.793 | 5.03 | 1.908 | 5.40 | 1.653 |
| 10. Completarlo era importante (R) | 5.16 | 1.331 | 5.05 | 1.387 | 5.26 | 1.269 |
| 11. Calidad visual mantuvo mi atención (A) | 5.73 | 1.331 | 5.74 | 1.268 | 5.73 | 1.398 |
| 12. Material muy abstracto (A) | 5.47 | 1.549 | 5.39 | 1.620 | 5.56 | 1.474 |
| 13. Seguridad para aprender (C) | 5.41 | 1.222 | 5.45 | 1.154 | 5.36 | 1.291 |
| 14. Deseo de saber más (S) | 5.44 | 1.367 | 5.37 | 1.298 | 5.50 | 1.437 |
| 15. Material audiovisual poco atractivo (A) | 5.17 | 1.798 | 5.10 | 1.877 | 5.23 | 1.719 |
| 16. Relevante para mis intereses (R) | 5.28 | 1.354 | 5.15 | 1.347 | 5.42 | 1.353 |
| 17. Organización mantuvo mi atención (A) | 5.51 | 1.167 | 5.58 | 1.061 | 5.43 | 1.267 |

| | | | | | | |
|--|------|-------|------|-------|------|-------|
| 18. Ejemplos de uso incluidos (R) | 5.51 | 1.202 | 5.49 | 1.155 | 5.53 | 1.254 |
| 19. Actividades demasiado difíciles (C) | 5.51 | 1.516 | 5.44 | 1.518 | 5.59 | 1.517 |
| 20. Material estimuló mi atención (A) | 5.56 | 1.290 | 5.45 | 1.282 | 5.68 | 1.293 |
| 21. Disfruté la lección (S) | 5.65 | 1.257 | 5.59 | 1.128 | 5.72 | 1.379 |
| 22. Repeticiones me aburrieron (A) | 4.67 | 1.601 | 4.47 | 1.624 | 4.88 | 1.558 |
| 23. Vale la pena conocer el contenido (R) | 5.61 | 1.257 | 5.57 | 1.192 | 5.65 | 1.325 |
| 24. Aprendizajes sorprendentes (A) | 5.43 | 1.286 | 5.41 | 1.273 | 5.46 | 1.305 |
| 25. Confianza para pasar una prueba (C) | 5.27 | 1.306 | 5.25 | 1.286 | 5.29 | 1.332 |
| 26. Ya sabía más del contenido (R) | 5.01 | 1.736 | 4.97 | 1.799 | 5.06 | 1.676 |
| 27. Recompensa al lograrlo (S) | 5.14 | 1.354 | 5.11 | 1.259 | 5.17 | 1.450 |
| 28. Variedad audiovisual mantuvo mi atención (A) | 5.62 | 1.249 | 5.55 | 1.231 | 5.69 | 1.269 |
| 29. El material fue aburrido (A) | 5.44 | 1.629 | 5.34 | 1.747 | 5.55 | 1.500 |
| 30. Relación con experiencias previas (R) | 4.99 | 1.344 | 5.11 | 1.302 | 4.87 | 1.381 |
| 31. Demasiado contenido irritante (A) | 5.43 | 1.553 | 5.35 | 1.716 | 5.51 | 1.369 |
| 32. Me sentí bien al completarlo (S) | 5.62 | 1.223 | 5.60 | 1.143 | 5.64 | 1.306 |
| 33. Contenido será útil (R) | 5.49 | 1.240 | 5.38 | 1.133 | 5.60 | 1.338 |
| 34. No logré entender el material (C) | 5.57 | 1.597 | 5.47 | 1.641 | 5.67 | 1.553 |
| 35. Buena organización dio seguridad (C) | 5.62 | 1.264 | 5.54 | 1.261 | 5.71 | 1.266 |

Nota. A: Atención, R: Relevancia, C: Confianza y S: Satisfacción.