

# COVER PAGE IN ENGLISH

(solo para artículos en español, portugués o francés)

---

## Digital Generation of Professors and Virtual Reality in Engineering Education: Evidence from Latin America and the Caribbean

Diego Vergara<sup>1,2\*</sup>, Pablo Fernández-Arias<sup>1,2</sup>, Álvaro Antón-Sancho<sup>1</sup>, María Sánchez-Jiménez<sup>1</sup>,  
Ronald Melgarejo-Solis<sup>3</sup>, Antonio del Bosque<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Technology, Instruction and Design in Engineering and Education Research Group (TiDEE.rg), Universidad Católica de Ávila (UCAV): [diego.vergara@ucavila.es](mailto:diego.vergara@ucavila.es), [pablo.fernandezarias@ucavila.es](mailto:pablo.fernandezarias@ucavila.es), [alvaro.anton@ucavila.es](mailto:alvaro.anton@ucavila.es), [maria.sanchezjimenez@ucavila.es](mailto:maria.sanchezjimenez@ucavila.es), [antonio.bosque@ucavila.es](mailto:antonio.bosque@ucavila.es)

<sup>2</sup> Universidad Interamericana para el Desarrollo (UNID), Perú

<sup>3</sup> Universidad Privada del Norte, Perú: [ronald.melgarejo@upn.pe](mailto:ronald.melgarejo@upn.pe)

**Abstract**– *The integration of immersive technologies such as virtual reality (VR) in higher education represents a key opportunity to enhance innovation, motivation, and experiential learning in engineering. This study surveyed 312 engineering professors from 12 Latin American countries following a two-week training program on VR. The questionnaire assessed digital competence, technical aspects, usability, disadvantages, future outlook, and didactic value. The sample was not homogeneous by generation (62% digital immigrants and 38% digital natives) and was predominantly male. The results revealed very high evaluations in technical, usability, and didactic dimensions, while digital competence received comparatively lower ratings. Significant generational differences were identified: digital natives reported higher levels of digital competence, whereas digital immigrants rated technical aspects more positively. These findings highlight the need to strengthen digital competence across generations and promote the pedagogical use of immersive technologies in engineering education.*

**Keywords**– *Virtual reality, Engineering, Digital generation, Digital competence.*

# Generación digital de profesores y realidad virtual en la enseñanza de ingeniería: evidencia de América Latina y el Caribe

Diego Vergara<sup>1\*</sup>, Pablo Fernández-Arias<sup>1</sup>, Álvaro Antón-Sancho<sup>1</sup>, María Sánchez-Jiménez<sup>1</sup>,  
Ronald Melgarejo-Solis<sup>2</sup>, Antonio del Bosque<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Technology, Instruction and Design in Engineering and Education Research Group (TiDEE.rg), Universidad Católica de Ávila (UCAV): [diego.vergara@ucavila.es](mailto:diego.vergara@ucavila.es), [pablo.fernandezarias@ucavila.es](mailto:pablo.fernandezarias@ucavila.es), [alvaro.anton@ucavila.es](mailto:alvaro.anton@ucavila.es), [maria.sanchezjimenez@ucavila.es](mailto:maria.sanchezjimenez@ucavila.es), [antonio.bosque@ucavila.es](mailto:antonio.bosque@ucavila.es)

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte, Perú: [ronald.melgarejo@upn.pe](mailto:ronald.melgarejo@upn.pe)

**Resumen**– La integración de tecnologías inmersivas como la realidad virtual (RV) en la educación superior representa una oportunidad clave para potenciar la innovación, la motivación y el aprendizaje experiencial en ingeniería. En este estudio se encuestó a 312 profesores de ingeniería de 12 países de América Latina tras una capacitación quincenal sobre RV. El cuestionario evaluó la competencia digital, los aspectos técnicos, la usabilidad, las desventajas, la proyección futura y la valoración didáctica. La muestra no fue homogénea por generación (62% inmigrantes digitales y 38% nativos digitales) y estuvo compuesta mayoritariamente por hombres. Los resultados mostraron valoraciones muy altas en las dimensiones técnica, de usabilidad y didáctica, mientras que la competencia digital obtuvo puntuaciones comparativamente más bajas. Se identificaron diferencias significativas por generación: los nativos digitales reportaron mayores niveles de competencia digital, mientras que los inmigrantes digitales valoraron más positivamente los aspectos técnicos. Estos hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer la competencia digital entre generaciones y de promover el uso pedagógico de las tecnologías inmersivas en la enseñanza de la ingeniería.

**Palabras clave**– Realidad virtual, Ingeniería, Generación digital, Competencia digital.

## I. INTRODUCCIÓN

En la última década, la docencia se ha ido integrando de manera progresiva en el mundo digital, impulsada por el desarrollo y la popularización de plataformas virtuales que facilitan la enseñanza a distancia [1]. Estas herramientas no solo permiten impartir clases en tiempo real, sino también realizar tutorías personalizadas mediante videoconferencias, compartir materiales, proponer actividades y hacer seguimiento del aprendizaje sin depender de la presencia física en un aula tradicional [2]. De este modo, la videollamada y los entornos virtuales han pasado de ser un recurso puntual a convertirse en una extensión natural del aula, ampliando las posibilidades de interacción entre profesorado y alumnado y ofreciendo mayor flexibilidad en tiempos, espacios y formatos de enseñanza [3,4]. Los entornos virtuales de aprendizaje combinan tecnologías y metodologías para crear espacios sociales y de información donde el alumnado actúa, explora y construye conocimiento [5]. La realidad virtual (RV) destaca por ofrecer contextos seguros y realistas que incrementan

motivación, interacción y resolución de problemas, además de facilitar experiencias difíciles o costosas de recrear presencialmente [6,7]. Además, la RV destaca por su capacidad para crear entornos inmersivos que combinan realismo y control, ofreciendo al alumnado contextos seguros donde explorar, practicar y equivocarse sin consecuencias reales [8]. Esta característica resulta especialmente valiosa en situaciones que implican riesgo, requieren materiales delicados, o demandan protocolos complejos (por ejemplo, laboratorios, prácticas sanitarias, manejo de maquinaria o simulaciones de emergencia) [9]. Al sentirse “dentro” de la situación, el estudiante suele mostrar una mayor implicación emocional y cognitiva, lo que se traduce en un aumento de la motivación, la atención sostenida y la interacción con el contenido y con sus compañeros, especialmente si la actividad se diseña con retos y retroalimentación inmediata [10]. Aun así, su diseño debe evitar la distracción y alinearse con metas y tareas académicas [11].

Desde la teoría del aprendizaje multimedia y el diseño universal para el aprendizaje, la RV puede mejorar los procesos cognitivos y la participación si se seleccionan y presentan adecuadamente los contenidos y se ofrecen múltiples formas de acceso y evaluación [12]. En este momento todavía persisten varios retos a tener en cuenta como: (i) la formación docente [13]; (ii) la infraestructura [14] y (iii) la disponibilidad de materiales de calidad [15]. Por ello, desarrollar competencias relacionadas con esta tecnología es clave para asegurar una implementación con sentido didáctico, tanto en educación presencial como en línea, y en áreas con necesidades de práctica específica —como la ingeniería— mediante laboratorios virtuales [16].

Este trabajo sintetiza estudios sobre cómo el profesorado universitario percibe la realidad virtual como herramienta educativa, con foco en ingeniería. En América Latina y el Caribe, investigaciones con amplias muestras de docentes muestran un patrón consistente: pese a tener competencias digitales bajas e intermedias en RV, la valoración didáctica es positiva. Además, variables como país, género, generación digital y área de conocimiento matizan esas percepciones debido a que aparecen brechas de género más marcadas en contextos con mayor desarrollo digital, diferencias por

edad/generación, y variaciones entre universidades públicas y privadas. En ingeniería, aun con menor formación específica, la RV se percibe como eficaz para la enseñanza y el aprendizaje [17].

La generación digital emerge como un factor relevante: los llamados “nativos” suelen declarar mayor valoración y disposición hacia la RV, pero no siempre se sienten más capaces de integrarla efectivamente en el aula que los “inmigrantes” [18], lo que sugiere una brecha entre actitud y competencia operativa. En ingeniería, la RV se percibe especialmente útil, si bien la adopción depende de la capacidad técnica docente, los recursos y las políticas universitarias. Persiste, por tanto, la necesidad de estudiar con más detalle cómo la generación digital condiciona la adopción e integración de la RV en la enseñanza de la ingeniería.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó un muestreo por conveniencia con los profesores universitarios de Ingeniería que imparten docencia en las universidades de América Latina y el Caribe; el cuestionario se ha realizado mediante la aplicación Google Forms y se administró al final de las sesiones de capacitación quincenales impartidas por los autores entre enero y junio de 2023 sobre el uso didáctico de la RV, donde se presentaron los fundamentos técnicos y de usabilidad y se desarrollaron los ejemplos prácticos con los entornos diseñados en Unreal Engine y Unity [19,20]. Los criterios de inclusión exigieron ser profesor/a de las carreras de ingeniería en las universidades de la región, estar en activo e inscribirse como asistente en la capacitación; este último criterio aseguró la homogeneidad de los conocimientos y de la terminología al responder. La participación fue voluntaria, anónima y gratuita; para la calidad de los datos, el acceso al cuestionario se restringió a los asistentes y se limitó a una respuesta por persona, lo que permitió verificar que las respuestas provinieran de la población objetivo y evitar duplicaciones sin registrar los datos personales de los participantes.

En este estudio se analizan seis variables explicativas, todas las cuales son valoraciones cuantitativas medidas en la escala Likert de 1 (mínima) a 5 (máxima): (i) el autoconcepto de conocimiento y competencia digital; (ii) la valoración de las dimensiones técnicas de la RV (realismo, diseño 3D e inmersión); (iii) la usabilidad percibida de las tecnologías de RV (experiencia de la persona usuaria, interacción entre los usuarios y aplicabilidad en las clases); (iv) las desventajas percibidas del uso educativo de la RV (coste económico, espacio requerido, recursos consumidos, formación previa de los profesores y las estudiantes, y obsolescencia tecnológica del equipo); (v) la proyección futura percibida del uso de la RV en los entornos de educación superior —tanto la RV no inmersiva (RVNI) como la RV inmersiva (RVI)—; y (vi) la valoración de la RV como recurso didáctico (aceptación por parte del alumnado, motivación generada, mejora del rendimiento académico, utilidad didáctica, contribución al buen desarrollo de las clases y viabilidad percibida para que la

universidad introduzca estas tecnologías en las aulas). Asimismo, la generación digital de los participantes se considera la principal variable explicativa: una variable nominal dicotómica con dos categorías, los nativos digitales (nacidos a partir de 1981) y los inmigrantes digitales (nacidos hasta 1980).

El instrumento fue un cuestionario estandarizado sobre la evaluación de las tecnologías de RV en la educación superior, validado para los profesores universitarios de ingeniería [21]. El cuestionario incluye 22 ítems agrupados en seis familias que corresponden exactamente a las variables del estudio: (i) el autoconcepto de habilidades y competencias digitales (ítems 1–3: competencia digital, conocimiento de la RV y formación específica); (ii) la valoración de los aspectos técnicos de la RV (ítems 4–6: realismo, diseño 3D e inmersión); (iii) la usabilidad de la RV (ítems 7–9: experiencia de la persona usuaria, interacción y aplicabilidad en las clases); (iv) las desventajas del uso de la RV en las clases (ítems 10–14: coste, espacio, recursos, formación previa de los profesores y los estudiantes, y obsolescencia de los dispositivos); (v) la proyección futura de la RV en la enseñanza de la ingeniería (ítems 15–16: RVI y RVNI); y (vi) la evaluación didáctica de la RV (ítems 17–22: aceptación del alumnado, motivación, mejora del rendimiento, utilidad didáctica, contribución al buen desarrollo de las clases y viabilidad para la universidad). Las respuestas se midieron en la escala Likert de 1 (muy bajo) a 5 (muy alto).

Se aplicó la prueba de bondad de ajuste chi-cuadrado de Pearson para evaluar si la distribución de los participantes por generaciones digitales era homogénea y la prueba chi-cuadrado de independencia para contrastar si la distribución por género de los inmigrantes digitales equivalía a la de los nativos digitales. Se realizó la comparación de las medias según la generación digital mediante la prueba t de Student bilateral para muestras independientes. Finalmente, para examinar si las diferencias de género se comportan de forma similar o diferente en las dos generaciones digitales, se ejecutó el MANOVA (análisis multivariante de la varianza).

## III. RESULTADOS

De los 364 profesores inscritos en la capacitación, 312 completaron el cuestionario (todas respuestas válidas). De ellos, 193 son inmigrantes digitales (61,86 %) y 119 nativos digitales (38,14 %), por lo que la distribución por generación no es homogénea ( $\chi^2 = 17,55$ ;  $p < 0,05$ ). En ambas generaciones predomina el profesorado varón de ingeniería, sin diferencias significativas en esa mayoría entre generaciones ( $\chi^2 = 2,93$ ;  $p = 0,09$ ). La procedencia por país es muy desigual, acorde con las heterogeneidades sociodemográficas de la región (p. ej., tamaños poblacionales).

Las dimensiones de la RV mejor valoradas son los aspectos técnicos como la usabilidad y los aspectos técnicos y didácticos, con medias superiores a 4; además, son las que muestran las menores desviaciones estándar, es decir, las respuestas son más consistentes. En contraste, la competencia digital obtiene la media más baja inferior a 3 (Tabla I).

TABLA I  
MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR

| Preguntas            | Media (sobre 5) | Desviación estandar (sobre 5) |
|----------------------|-----------------|-------------------------------|
| Competencia digital  | 2,73            | 1,27                          |
| Aspectos técnicos    | 4,17            | 0,88                          |
| Usabilidad           | 4,28            | 0,89                          |
| Desventajas          | 3,59            | 1,24                          |
| Proyecciones futuras | 3,85            | 1,05                          |
| Aspectos didácticos  | 4,15            | 1,00                          |

<sup>a</sup>Uppercase

Por otro lado, la tabla II compara las medias (1–5) por generación digital y muestra dos diferencias significativas: la competencia digital es mayor en los nativos digitales, mientras que los aspectos técnicos reciben una valoración más alta en los inmigrantes digitales. En la usabilidad, las desventajas, la proyección futura y los aspectos didácticos no se observan diferencias estadísticamente significativas, manteniéndose valoraciones altas en las medias en los tres primeros dominios y medias moderadas en las desventajas y la proyección. En conjunto, la competencia digital es la dimensión con medias más bajas, y los juicios sobre la RV son, en general, favorables.

TABLA II  
T-STUDENT

| Preguntas            | Media (sobre 5) Inmigrantes digitales | Media (sobre 5) Nativos digitales | t-estadística | p-valor |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------|
| Competencia digital  | 2,64                                  | 2,88                              | -2,77         | <0,01*  |
| Aspectos técnicos    | 4,26                                  | 4,01                              | 4,12          | <0,01*  |
| Usabilidad           | 4,26                                  | 4,31                              | -0,86         | 0,39    |
| Desventajas          | 3,57                                  | 3,61                              | -0,54         | 0,59    |
| Proyecciones futuras | 3,89                                  | 3,79                              | 1,10          | 0,27    |
| Aspectos didácticos  | 4,18                                  | 4,12                              | 1,22          | 0,22    |

\*p-valor <0,05

El análisis MANOVA muestra que la brecha de género en las percepciones sobre el propio nivel de competencias digitales y en las valoraciones de los componentes técnicos y de usabilidad de la RV no es uniforme, sino que varía según la generación digital de los participantes (Tabla III).

En el grupo de inmigrantes digitales, los hombres declaran poseer mejores habilidades digitales que las mujeres; en cambio, entre los nativos digitales son las mujeres quienes reportan un nivel de habilidades digitales superior.

Algo similar ocurre con las valoraciones de la RV: entre los inmigrantes digitales las mujeres califican más positivamente los aspectos técnicos y de usabilidad que los hombres, mientras que en el grupo de nativos digitales son los hombres quienes otorgan las puntuaciones más altas.

TABLA III  
TYPE SIZE FOR PAPERS

| Preguntas            | Inmigrantes digitales |      | Nativos digitales |      | MANOVA | p-valor |
|----------------------|-----------------------|------|-------------------|------|--------|---------|
|                      | Fem.                  | Mas. | Fem.              | Mas. |        |         |
| Competencia digital  | 2,47                  | 2,74 | 2,93              | 2,84 | 4,25   | <0,04*  |
| Aspectos técnicos    | 4,45                  | 4,14 | 3,99              | 4,03 | 9,23   | <0,01*  |
| Usabilidad           | 4,48                  | 4,12 | 4,25              | 4,36 | 15,20  | <0,01*  |
| Desventajas          | 3,49                  | 3,62 | 3,57              | 3,64 | 0,22   | 0,64    |
| Proyecciones futuras | 3,65                  | 4,04 | 3,71              | 3,85 | 1,95   | 0,16    |
| Aspectos didácticos  | 4,34                  | 4,07 | 4,25              | 4,02 | 0,20   | 0,66    |

\*p-valor <0,05

#### IV. DISCUSIÓN

Los entornos virtuales de aprendizaje se han extendido con rapidez en los últimos años, impulsados por la necesidad de flexibilizar la enseñanza y por la madurez de las tecnologías educativas. En ese marco, la realidad virtual (RV) se presenta como un caso paradigmático porque añade dos rasgos diferenciales —inmersión y presencia— que modifican la forma en que el alumnado se relaciona con el contenido: no solo observa o consulta información, sino que interactúa desde dentro de un entorno simulado, con estímulos y demandas más cercanos a los de una situación real. Esta cualidad permite diseñar experiencias formativas que integran distintos enfoques pedagógicos, desde el aprendizaje experiencial y el aprendizaje basado en problemas/proyectos, hasta la simulación y el entrenamiento por competencias, combinando exploración guiada, retroalimentación inmediata y repetición deliberada de procedimientos [16].

La evidencia reporta beneficios cognitivos y didácticos (p. ej., mayor motivación, participación y transferencia) [6,7], aunque con resultados matizados por el diseño instruccional y la calidad técnica. No obstante, la adopción efectiva depende de factores individuales y contextuales (competencias digitales, género/edad, autoeficacia) [1], así como de condiciones institucionales (infraestructura, apoyo y cultura organizativa) [14]. La pertenencia generacional del profesorado —a menudo formulada en términos de “nativos” e “inmigrantes” digitales— se ha planteado con frecuencia como un posible moderador de la aceptación de las tecnologías educativas. La hipótesis subyacente es intuitiva: quienes han crecido y se han socializado en un entorno digital tenderían a mostrar mayor familiaridad, menor ansiedad tecnológica y, en consecuencia, una disposición más favorable hacia herramientas emergentes.

Sin embargo, cuando se contrasta esta idea con la literatura, la evidencia empírica resulta desigual: en algunos estudios la edad o la cohorte generacional se asocia con actitudes más positivas y mayor intención de uso, mientras que en otros su efecto se diluye o queda subordinado a factores como la utilidad percibida, la facilidad de uso, el apoyo institucional, la formación recibida o la experiencia

docente previa. En otras palabras, la generación puede influir, pero no opera de forma mecánica ni uniforme, y su relevancia depende del contexto, del tipo de tecnología y de las condiciones de implementación. En este estudio se analizaron las opiniones de 312 profesores de ingeniería de 12 países de América Latina y el Caribe sobre seis ámbitos: (i) competencia digital en RV; (ii) aspectos técnicos; (iii) ventajas y desventajas de su integración; (iv) proyección futura y (v) valoración didáctica. En conjunto, los docentes reportaron una competencia digital baja-intermedia, pero calificaron muy positivamente el realismo, la calidad técnica y el potencial de la RV; además, manifestaron actitudes favorables hacia su uso educativo y destacaron beneficios como mayor motivación, participación y rendimiento del alumnado. Al mismo tiempo, señalaron barreras típicas de tecnologías emergentes (formación y apoyo insuficientes, equipamiento e instalaciones), coherentes con la literatura previa sobre adopción de RV en educación superior y, en particular, en ingeniería [6,7]

Los resultados muestran diferencias significativas entre los inmigrantes y los nativos digitales, lo que refuerza el papel de la generación digital en la adopción e integración de las tecnologías: las mayores brechas aparecen en las competencias digitales vinculadas a la RV y en los aspectos técnicos. Los inmigrantes reportan menor autopercepción de habilidades digitales que los nativos, pero califican mejor los aspectos técnicos de la RV. Al incorporar el género, emergen interacciones relevantes: entre los inmigrantes digitales, los hombres declaran mayor competencia que las mujeres; entre los nativos, ocurre lo contrario, y las mujeres informan mejor autopercepción. En técnica y usabilidad, las profesoras inmigrantes puntúan por encima de los profesores masculinos, mientras que, entre los nativos, los profesores puntúan más alto que las profesoras. En conjunto, la brecha de género perjudica a las mujeres solo entre los inmigrantes digitales, lo que sugiere que la diferencia se atenúa en las cohortes más jóvenes. Las principales limitaciones derivan del muestreo por conveniencia (posible sesgo de auto-selección) y de las técnicas estadísticas clásicas empleadas, que restringen el número de factores modelados; se recomienda, para futuros trabajos, muestreo probabilístico con proporciones equilibradas por generación, ampliación geográfica y uso de enfoques basados en Inteligencia Artificial para explorar las interacciones entre múltiples variables.

## V. CONCLUSIONES

Los profesores de ingeniería puntúan muy alto las dimensiones técnicas, las didácticas y la experiencia de usuario de la RV, pero declaran que las competencias digitales son insuficientes frente al potencial que ellos mismos le atribuyen. Se confirma, además, el efecto de la generación digital: los nativos declaran un 9,1 % más de competencia que los inmigrantes, mientras que estos últimos valoran los aspectos técnicos un 6,2 % por encima de los nativos. También se observa una brecha de género en los inmigrantes

(mujeres menos del 10,9 % frente a hombres en autoconcepto digital) que prácticamente desaparece en los nativos (menos del 3,2 %). En los nativos, y dado que un mayor conocimiento suele asociarse a juicios técnicos más exigentes, las mujeres califican peor que los hombres los aspectos técnicos y de usabilidad.

Las implicaciones prácticas son bastante directas: la formación del profesorado debe diseñarse atendiendo a perfiles generacionales y a sus necesidades específicas. En este sentido, resulta pertinente reforzar la capacitación en realidad virtual (RV) del profesorado inmigrante digital, no solo para reducir barreras técnicas iniciales, sino también para transformar la curiosidad o buena disposición en competencia pedagógica: (i) planificar actividades; (ii) integrar la RV con objetivos curriculares; (iii) gestionar tiempos; (iv) evaluar aprendizajes y (v) anticipar dificultades. Dado que muchos de estos docentes muestran una alta predisposición a incorporar herramientas innovadoras cuando cuentan con acompañamiento, una estrategia eficaz puede ser establecer programas de mentoría o “parejas pedagógicas” con profesorado más joven o con mayor familiaridad digital, fomentando el aprendizaje entre iguales, la observación de buenas prácticas y la creación de materiales reutilizables.

Por otra parte, es recomendable incorporar una perspectiva sensible al género no como un añadido decorativo, sino como un criterio de calidad que permita garantizar un acceso y un aprovechamiento equitativos. Esto implica reconocer que pueden existir diferencias en experiencias previas, niveles de confianza tecnológica o condiciones de participación que, si no se atienden, acaban traduciéndose en oportunidades desiguales de aprendizaje. En la práctica, se traduce en diseñar protocolos de uso claros, ofrecer apoyos y acompañamiento ajustados a distintas necesidades, cuidar la seguridad y comodidad durante las actividades y promover dinámicas de aula que eviten que ciertos perfiles queden en un segundo plano.

En suma, no se trata de “hacer algo extra”, sino de asegurar que la innovación no amplifique brechas ya existentes y que todos los participantes puedan beneficiarse de la tecnología en igualdad de condiciones. Esto puede concretarse en protocolos claros de uso (tiempos de exposición, higiene y ajustes del dispositivo, gestión de incidencias), en apoyos específicos (sesiones de familiarización, entornos de práctica sin presión evaluativa, recursos de autoformación) y en medidas que reduzcan desigualdades derivadas de la experiencia previa o de la autopercepción de competencia tecnológica. También conviene vigilar aspectos menos visibles pero relevantes, como la seguridad y comodidad en el uso de equipos, la adecuación de los contenidos y el clima del aula durante las actividades, para evitar que ciertos grupos participen menos o asuman roles secundarios. En conjunto, el objetivo no es “igualar por decreto”, sino asegurar que todos los perfiles docentes puedan beneficiarse de la RV con apoyos ajustados y sin que la innovación amplifique brechas preexistentes.

## REFERENCIAS

- [1] S. Sahni, S. Verma, and R. P. S. Kaurav, "Understanding digital transformation challenges for online learning and teaching in higher education institutions: a review and research framework," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 32, no. 5, pp. 1487–1521, 2025.
- [2] F. Makda, "Digital education: mapping the landscape of virtual teaching in higher education—a bibliometric review," *Education and Information Technologies*, vol. 30, no. 2, pp. 2547–2575, 2025.
- [3] D. C. Lee and C. Y. Chang, "Evaluating self-directed learning competencies in digital learning environments: A meta-analysis," *Education and Information Technologies*, vol. 30, no. 6, pp. 6847–6868, 2025.
- [4] E. Purike and A. Aslan, "A comparison of the effectiveness of digital and traditional learning in developing countries," *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, vol. 4, no. 2, pp. 179–186, 2025.
- [5] B. Jiang, "Enhancing digital literacy in foreign language teaching in Chinese universities: insights from a systematic review," *Teaching and Teacher Education*, vol. 154, Art. no. 104845, 2025.
- [6] C. Zhang and S. Yu, "Technology to enhance patient motivation in virtual reality rehabilitation: a review," *Games for Health Journal*, vol. 13, no. 4, pp. 215–233, 2024.
- [7] G. Lampropoulos and Kinshuk, "Virtual reality and gamification in education: a systematic review," *Educational Technology Research and Development*, vol. 72, no. 3, pp. 1691–1785, 2024.
- [8] Z. Merchant, E. T. Goetz, L. Cifuentes, W. Keeney-Kennicutt, and T. J. Davis, "Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis," *Computers & Education*, vol. 70, pp. 29–40, 2014.
- [9] J. Jiang and L. K. Fryer, "The effect of virtual reality learning on students' motivation: A scoping review," *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 40, no. 1, pp. 360–373, 2024.
- [10] G. Lampropoulos, "Combining artificial intelligence with augmented reality and virtual reality in education: Current trends and future perspectives," *Multimodal Technologies and Interaction*, vol. 9, no. 2, art. no. 11, 2025.
- [11] G. Lampropoulos, P. Fernández-Arias, A. de Bosque, and D. Vergara, "Virtual reality in engineering education: a scoping review," *Education Sciences*, vol. 15, no. 8, Art. no. 1027, 2025.
- [12] C. Wrzus, M. O. Frenkel, and B. Schöne, "Current opportunities and challenges of immersive virtual reality for psychological research and application," *Acta Psychologica*, vol. 249, Art. no. 104485, 2024.
- [13] Q. Wang and Y. Li, "How virtual reality, augmented reality and mixed reality facilitate teacher education: a systematic review," *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 40, no. 3, pp. 1276–1294, 2024.
- [14] F. Luleci and F. N. Catbas, "Bringing site to the office: decision-making in infrastructure management through virtual reality," *Automation in Construction*, vol. 166, Art. no. 105675, 2024.
- [15] F. Díaz-Barrancas, R. G. Rodríguez, F. S. Bayer, A. Aizenman, and K. R. Gegenfurtner, "High-fidelity color characterization in virtual reality across head mounted displays, game engines, and materials," *Optics Express*, vol. 32, no. 13, pp. 22388–22409, 2024.
- [16] D. Vergara, Á. Antón-Sancho, G. Lampropoulos, and P. Fernández-Arias, "Educational use of virtual reality technologies in engineering education: the impact of the digital generation of faculty," *Education and Information Technologies*, pp. 1–19, 2025.
- [17] F. Vahdatikhaki, I. Friso-van den Bos, S. Mowlaei, and B. Kollöffel, "Application of gamified virtual laboratories as a preparation tool for civil engineering students," *European Journal of Engineering Education*, vol. 49, no. 1, pp. 164–191, 2024.
- [18] P. Mertala, S. López-Pernas, H. Vartiainen, M. Saqr, and M. Tedre, "Digital natives in the scientific literature: a topic modeling approach," *Computers in Human Behavior*, vol. 152, Art. no. 108076, 2024.
- [19] J. Extremera, D. Vergara, L. P. Dávila, and M. P. Rubio, "Virtual and augmented reality environments to learn the fundamentals of crystallography," *Crystals*, vol. 10, no. 6, Art. no. 456, 2020.
- [20] D. Vergara, Á. Antón-Sancho, J. Extremera, and P. Fernández-Arias, "Assessment of virtual reality as a didactic resource in higher education," *Sustainability*, vol. 13, no. 22, Art. no. 12730, 2021.
- [21] D. Vergara, Á. Antón-Sancho, L. P. Dávila, and P. Fernández-Arias, "Virtual reality as a didactic resource from the perspective of engineering teachers," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 30, no. 4, pp. 1086–1101, 2022.