

DEL IMPACTO VISUAL AL APRENDIZAJE PROFUNDO: TECNOLOGÍAS INMERSIVAS EN LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCIÓN

FROM VISUAL IMPACT TO MEANINGFUL LEARNING: IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION EDUCATION

Carla de-Juan-Ripoll⁽¹⁾, Pablo Palmero Sánchez⁽²⁾, Luis Palmero Iglesias⁽³⁾

¹ Universitat Politècnica de València – Dpto. Construcciones Arquitectónicas, Valencia, España, cardejua@csa.upv.es

² Universitat Politècnica de València – Dpto. Construcciones Arquitectónicas, Valencia, España, pabpalsn@alumni.upv.es

³ Universitat Politècnica de València – Dpto. Construcciones Arquitectónicas, Valencia, España, lpalmero@csa.upv.es

RESUMEN

En los últimos años, la Realidad Virtual, la Realidad Aumentada y la Realidad Mixta —conocidas colectivamente como tecnologías inmersivas— han alcanzado un grado de desarrollo que permite su incorporación en entornos educativos con mayor accesibilidad y viabilidad técnica. Sin embargo, su aplicación en la enseñanza universitaria, y en particular en los estudios de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación, sigue respondiendo en muchos casos a un uso superficial o desvinculado de los fines pedagógicos. Esta aportación plantea una reflexión crítica y teórica sobre su uso, defendiendo que la tecnología debe entenderse como un recurso al servicio del aprendizaje y no como un objetivo en sí mismo. Desde un enfoque holístico, se abordan los fundamentos conceptuales de estas tecnologías como entornos de aprendizaje inmersivos, destacando las diferencias y puntos de encuentro entre sus distintas modalidades. Se revisan aportaciones clave desde la neurociencia y la psicología del aprendizaje, especialmente aquellas centradas en la activación emocional, la percepción del espacio, la simulación mental y la cognición situada, para explicar cómo estas experiencias generan una elevada sensación de presencia, favoreciendo un aprendizaje más profundo y significativo. A continuación, se propone su aplicación en asignaturas del área de Construcción, caracterizadas por una alta carga visual y espacial, y se presentan distintos ejemplos de uso con potencial educativo: desde visitas virtuales a obras hasta la visualización de sistemas constructivos y modelos digitales colaborativos, incluso desde las fases iniciales del proceso formativo del alumnado. El trabajo concluye con un marco de buenas prácticas que orienta al profesorado en la integración crítica y pedagógica de estas tecnologías, siendo esta una llamada a la integración crítica y reflexiva de estas herramientas, apostando por la formación docente como elemento clave para diseñar experiencias de aprendizaje transformadoras que aprovechen verdaderamente el potencial de estas tecnologías.

Palabras clave: Tecnologías inmersivas; Aprendizaje experiencial; Realidad virtual; Realidad aumentada; Realidad mixta

ABSTRACT

In recent years, Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality—collectively referred to as immersive technologies—have reached a level of maturity that enables their integration into educational environments with greater accessibility and technical feasibility. However, their implementation in higher education, particularly in the fields of Building Engineering and Architectural Technology, often remains superficial or disconnected from pedagogical objectives. This contribution offers a critical and theoretical reflection on their use, arguing that technology should be understood as a tool in the service of learning, rather than an end in itself. Adopting a holistic perspective, the paper addresses the conceptual foundations of these technologies as immersive learning environments, highlighting the distinctions and synergies between their various modalities. Key contributions from neuroscience and learning psychology are reviewed, especially those focusing on emotional activation, spatial perception, mental simulation, and situated cognition, in order

to explain how these experiences generate a high sense of presence and foster deeper, more meaningful learning. The paper then explores their application in Construction-related subjects, which are characterized by a strong visual and spatial component. Several use cases with educational potential are presented, ranging from virtual site visits to the visualization of construction systems and collaborative digital models, even from the earliest stages of students' learning paths. The study concludes with a framework of best practices that guides educators in the critical and pedagogical integration of these technologies. This constitutes a call for their thoughtful and reflective incorporation, emphasizing the importance of teacher training as a key element in designing transformative learning experiences that truly harness the potential of immersive technologies.

Keywords: Immersive technologies; Experiential learning; Virtual reality; Augmented reality; Mixed reality

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las tecnologías inmersivas —Realidad Virtual (RV), Realidad Aumentada (RA) y Realidad Mixta (RM)— han alcanzado un grado de desarrollo y accesibilidad que permite su integración en entornos educativos de manera cada vez más viable. Este avance ha generado un creciente interés en el ámbito universitario, debido a su capacidad para facilitar experiencias de aprendizaje más visuales, interactivas y situadas (Dede, 2009).

No obstante, su aplicación en contextos de enseñanza superior, y en particular en titulaciones como Arquitectura Técnica o Ingeniería de Edificación, sigue adoleciendo en muchos casos de una integración pedagógica sólida. Estas herramientas se utilizan a menudo con un enfoque superficial o como elementos de impacto, sin una reflexión crítica sobre su alineación con los objetivos de aprendizaje (Selwyn, 2016). Esta falta de conexión con los principios pedagógicos limita su efectividad y dificulta la evaluación real de sus beneficios.

Las tecnologías inmersivas, sin embargo, ofrecen un potencial educativo considerable cuando se diseñan como entornos que estimulan la percepción activa, la cognición situada y la participación emocional. Investigaciones recientes han señalado su valor para promover el aprendizaje experiencial y facilitar la comprensión de contenidos complejos, especialmente en áreas que requieren una elevada competencia visual y espacial (Radianti et al., 2020). Elementos como la simulación mental, la interacción tridimensional o la activación de mecanismos sensoriomotores permiten crear entornos altamente significativos desde el punto de vista cognitivo (Parsons & Gagg, 2006).

Uno de los conceptos clave para entender su eficacia es el de “presencia”, definido como la sensación subjetiva de estar físicamente presente en un entorno virtual (Slater & Wilbur, 1997; Lombard & Ditton, 1997). Esta sensación potencia la implicación emocional y favorece procesos de aprendizaje más profundos, especialmente cuando se vincula a objetivos formativos bien definidos.

Partiendo de esta base, este trabajo plantea que el uso de tecnologías inmersivas debe guiarse por principios pedagógicos y no por el atractivo de la novedad tecnológica. Se propone una mirada crítica y fundamentada que permita a docentes y diseñadores educativos aprovechar verdaderamente el potencial de estas herramientas, en especial en ámbitos como la Construcción, donde la comprensión espacial y visual es clave para el aprendizaje.

2. OBJETIVOS

El objetivo general del presente artículo se basa en el análisis del potencial pedagógico de las tecnologías inmersivas en la enseñanza universitaria del área de Construcción, valorando su capacidad para mejorar la comprensión espacial, fomentar el aprendizaje activo y contribuir al desarrollo de competencias profesionales. Los objetivos específicos de este trabajo son los siguientes:

- i. Identificar las principales aplicaciones de las tecnologías inmersivas en la enseñanza de la construcción y su impacto en el proceso de aprendizaje.
- ii. Examinar los beneficios cognitivos y didácticos asociados a la utilización de estas tecnologías en contextos educativos.
- iii. Proponer estrategias de integración didáctica que potencien el uso crítico y reflexivo de la realidad virtual, aumentada y mixta en las aulas universitarias.
- iv. Analizar casos prácticos y experiencias docentes relevantes en el ámbito de la construcción.

- v. Reflexionar sobre las limitaciones, retos y perspectivas futuras del uso de tecnologías inmersivas en la formación técnica.

3. TECNOLOGÍAS INMERSIVAS COMO ENTORNOS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVOS

Las tecnologías inmersivas están transformando la forma en que se diseña y experimenta el aprendizaje en contextos universitarios. En términos generales, pueden definirse como sistemas interactivos que permiten al usuario experimentar entornos simulados o ampliados, favoreciendo una implicación cognitiva, emocional y sensorial elevada (Milgram & Kishino, 1994; Dede, 2009). Estas tecnologías amplían el repertorio pedagógico tradicional y habilitan escenarios que potencian la exploración activa, la toma de decisiones y la construcción de conocimiento en contextos simulados o contextualizados.



Figura 1 y 2. Fases de modelado entornos virtuales para la integración en experiencias inmersivas (Autoría propia)

Desde un punto de vista funcional, la RV sitúa al usuario en un entorno completamente digital, aislado del mundo físico, en el que puede interactuar mediante dispositivos como visores o controladores hápticos (Slater & Wilbur, 1997). La RA, en cambio, superpone información digital sobre el entorno real, permitiendo mantener el anclaje espacial y contextual mientras se accede a capas de información aumentada (Azuma, 1997). Finalmente, la RM integra elementos físicos y virtuales en un mismo espacio, haciendo posible la interacción simultánea y bidireccional entre ambos mundos (Milgram & Kishino, 1994). Estas tres modalidades configuran un continuo de virtualidad, en el que varía el grado de inmersión, interacción y dependencia del entorno físico.

Más allá de sus diferencias técnicas, todas comparten un rasgo fundamental desde el punto de vista educativo: su capacidad para generar entornos que facilitan el aprendizaje experiencial. Tal como señala Shute et al. (2015), los entornos virtuales bien diseñados pueden fomentar la transferencia de conocimiento y habilidades a situaciones reales, gracias a su capacidad para representar problemas complejos de manera manipulable, emocionalmente implicada y contextualmente rica. Esto resulta especialmente relevante en disciplinas con una fuerte carga visual y espacial, como la Arquitectura Técnica, donde comprender sistemas constructivos, relaciones volumétricas y secuencias de ejecución resulta clave.



Figura 3. Generación de entorno realista dentro del motor de Realidad Virtual Unreal Engine (Autoría propia)

El aprendizaje experiencial, en este contexto, se define como aquel que se construye a partir de la interacción directa con los contenidos en entornos verosímiles. Las tecnologías inmersivas permiten al estudiante explorar, ensayar, equivocarse y volver a intentar en un espacio seguro y controlado. Como subraya Dalgarno & Lee (2010), estos entornos fomentan la autonomía del alumnado y favorecen el aprendizaje activo y autorregulado.

Este tipo de experiencias se apoya, además, en procesos neurocognitivos ampliamente validados. La activación de mecanismos como la simulación mental, la percepción espacial, la cognición situada y la activación emocional está directamente relacionada con la mejora de la comprensión, la retención y la transferencia del conocimiento (Parsons & Gagg, 2006; Immordino-Yang & Damasio, 2007). En concreto, el enfoque de la cognición situada plantea que el conocimiento se asimila de forma más eficaz cuando está anclado en un contexto significativo y accionable (Brown, Collins & Duguid, 1989).

Un elemento central en la eficacia de estas tecnologías es el concepto de presencia, definido como la sensación subjetiva de “estar físicamente presente” en el entorno virtual o aumentado (Slater & Wilbur, 1997; Lombard & Ditton, 1997). Este factor es clave porque incrementa el grado de implicación emocional, la atención sostenida y la conexión sensorial con el contenido. Según Mariano Alcañiz (2003), “la presencia es el componente psicológico esencial que distingue una experiencia inmersiva de cualquier otra forma de interacción digital, y su impacto en la experiencia subjetiva del aprendizaje es decisivo”. La presencia actúa, por tanto, como mediador entre la percepción sensorial y la construcción cognitiva, elevando la profundidad del aprendizaje cuando se integra en experiencias diseñadas con criterio educativo.

A todo ello se suma la dimensión motivacional. Las experiencias inmersivas bien construidas favorecen el *engagement*, es decir, la implicación activa, sostenida y emocional del estudiante. Este aspecto es especialmente valioso en las etapas iniciales de formación universitaria, donde la motivación intrínseca resulta determinante para el éxito académico. Radianti et al. (2020) y Freina & Ott (2015) destacan que el uso de tecnologías inmersivas incrementa tanto la satisfacción como la persistencia del alumnado, generando contextos de aprendizaje más atractivos, pero también más efectivos.

Por lo tanto, las tecnologías inmersivas, cuando se diseñan con base en principios pedagógicos sólidos, permiten articular entornos que no solo representan el conocimiento, sino que lo activan, lo contextualizan y lo hacen experiencial. El reto, sin embargo, no reside en la tecnología en sí, sino en su integración significativa dentro de procesos de enseñanza y aprendizaje que reconozcan el valor de la exploración, la emoción y la experiencia como motores del conocimiento.

4. PROPUESTA DE APLICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE ASIGNATURAS DE CONSTRUCCIÓN

En los estudios de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación, las asignaturas del área de Construcción presentan una complejidad particular derivada de la combinación entre conocimientos técnicos, representación gráfica y comprensión espacial. La capacidad para analizar sistemas constructivos, interpretar soluciones técnicas y visualizar tridimensionalmente los elementos y procesos que configuran un edificio es clave en los primeros años de formación del alumnado.

Tradicionalmente, estos aprendizajes se han transmitido mediante esquemas bidimensionales, maquetas físicas o visitas a obra, recursos todos ellos valiosos pero que presentan limitaciones en cuanto a disponibilidad, escalabilidad, capacidad de exploración libre y conexión entre teoría y práctica. En este sentido, las tecnologías inmersivas ofrecen una vía alternativa para reforzar y expandir estos recursos, permitiendo al estudiante observar, manipular y recorrer entornos constructivos complejos de manera segura, accesible y personalizada. Un punto característico e innovador de esta nueva propuesta de enseñanza es las técnicas relacionadas con las técnicas vernáculas de construcción, muchas de ellas ampliamente documentadas históricamente. Destacan en la arquitectura mediterránea los sistemas de construcción de la piedra en seco o las bóvedas tabicadas, favoreciendo de manera directa a la transmisión de saberes constructivos no fácilmente accesibles.

La RV, por ejemplo, permite realizar recorridos simulados por edificios en construcción, donde el alumnado puede observar detalles técnicos, secuencias de ejecución y soluciones constructivas desde una perspectiva inmersiva. Este tipo de experiencia favorece la consolidación de aprendizajes espaciales y temporales, facilitando la comprensión de cómo los distintos elementos constructivos interactúan en fases sucesivas de la obra. Esta tipología de experiencia se basa en un *“role playing”* dentro de unos contextos urbanos y constructivos generados íntegramente para un proyecto o una temática docente, permitiendo crear escenarios didácticos que integran narrativas históricas y constructivas dentro de un espacio arquitectónico común. Todo ello, con una finalidad tangible y clara que se resume en el desarrollo del pensamiento crítico y contextual de los estudiantes influenciados por una conexión emocional e intelectual con el entorno construido.

Por su parte, RA permite superponer información técnica sobre planos físicos, maquetas o el entorno real, generando una interacción directa entre lo abstracto y lo tangible. Esto resulta especialmente útil para el desarrollo de habilidades de diagnóstico, análisis de patologías o reconocimiento de soluciones constructivas en el contexto de visitas o talleres. Por otro lado, cabe destacar la gran versatilidad de esta técnica puesto que, en un contexto docente, permite la visualización en tiempo real de las fases constructivas sobre una maqueta física o el ensamble de sistemas constructivos virtuales desarrollado por capas diferenciadas. De esta fomenta la comprensión secuencial del proceso edificatorio y supone una alineación directamente relacionada entre la teoría constructiva y la experiencia sensorial directa.

En relación con la anteriormente comentado, la simulación de interferencias y compatibilidades técnicas permite detectar conflictos entre componentes constructivos al suponer modelos BIM sobre el espacio físico. En el campo de la restauración, es una herramienta capaz de acercar a los estudiantes a supuestos constructivos que, de forma física, supone un esfuerzo añadido debido a la complejidad de las intervenciones en grandes espacios patrimoniales. Se debe destacar en este campo el aprendizaje de patologías y sus técnicas de restauración convirtiéndose en un apoyo docente importante suponiendo el enlace entre la teoría patológica y las soluciones reales.



Figura 4 y 5. Interrelación constructiva de la materialidad del proyecto (Autoría propia)

La RM, más reciente y aún en fase de expansión tecnológica, posibilita la colaboración en entornos tridimensionales compartidos, lo que representa un avance significativo en el desarrollo de competencias como el trabajo en equipo, la resolución conjunta de problemas o la revisión de modelos digitales en tiempo real. Además, permite conectar el contenido técnico con situaciones prácticas de forma más dinámica e interactiva. Esta técnica digital consiste en la integración bidireccional de entornos físicos y reales en tiempo real, donde ambos espacios coexisten e interactúan dinámicamente. Debido a la interacción directa en tiempo real es de gran utilidad docente en el campo del cálculo de estructuras puesto que permite estudiar y predecir el comportamiento de las fábricas o cubiertas mediante el movimiento de un componente físico del conjunto. Una técnica innovadora y con gran proyección es la relacionada con la realidad mixta y la docencia colaborativa, en la cual se desarrollan unas correcciones colectivas que sirven como un complemento experimental e inmersivo para los estudiantes que ven reflejados las nociones teóricas en modelos virtuales pudiendo debatir y generar líneas críticas entre ellos de la idoneidad de las soluciones adoptas, fomentando el espíritu crítico en las aulas.

Diversos estudios recientes confirman el valor de estas tecnologías para mejorar la comprensión conceptual, el aprendizaje activo y la motivación del alumnado en áreas técnicas. Birt & Cowling (2018) destacan que la visualización inmersiva de elementos constructivos permite “traducir contenidos complejos en experiencias tangibles que refuerzan la conexión entre teoría y práctica”, lo que resulta especialmente relevante en los primeros cursos universitarios.

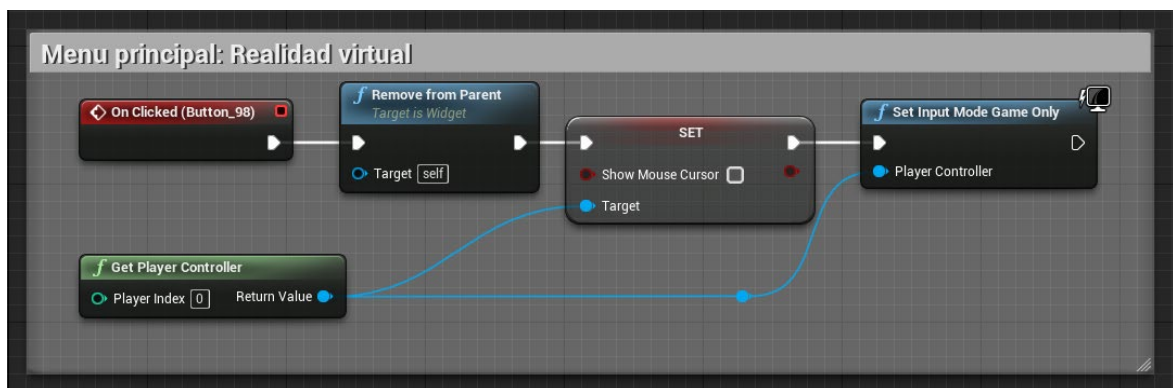


Figura 6. Programación por nodos del desarrollo de la interfaz de realidad virtual en Unreal Engine (Autoría propia)

Entre las evidencias empíricas que sustentan que las tecnologías inmersivas pueden constituir un elemento clave en el contexto de la enseñanza de Construcción, destaca el trabajo de Fonseca et al. (2014) en el que la RA se aplica al contexto educativo a través de plataformas desarrolladas para dispositivos móviles. Es de gran utilidad el funcionamiento de la RA a través de la lectura de marcadores, a destacar los códigos “Quick Response” (conocidos como QR, NFT u otros códigos bidimensionales) por parte de dispositivos móviles, permitiendo la integración y visualización de modelos 2D/3D superpuestos sobre el entorno real. En este estudio se destacan beneficios que aporta la RA tales como la visualización en escala real, la evaluación de impacto paisajístico, la rehabilitación virtual de edificios y la personalización de experiencias educativas, gracias a la validación de esta tecnología mediante el uso de entrevistas y cuestionarios.

Por su parte, Park et al. (2016) crearon un sistema educativo interactivo y tridimensional llamado IBAM (Interactive Building Anatomy Modeling) diseñado para mejorar la enseñanza de la construcción de edificios mediante experiencias inmersivas. Su propósito es complementar métodos de enseñanza tradicionales, como libros de texto y planos 2D, con herramientas digitales que permitan a los estudiantes aprender de forma más visual, práctica y exploratoria. El sistema IBAM se basa en tres pilares fundamentales: (1) Modelo 3D de anatomía del edificio: representación visual detallada de los componentes estructurales y arquitectónicos, incluyendo cimientos, vigas, columnas, techos y acabados; (2) Interacción basada en secuencias constructivas: permite a los usuarios simular el proceso de construcción paso a paso, observando cómo se ensamblan los elementos del edificio en orden lógico y constructivo; (3) Interfaz educativa y accesible: la plataforma fue diseñada para ser fácil de usar, interactiva y compatible con dispositivos estándar sin requerir cascos de realidad virtual o hardware costoso. Este estudio concluye que, gracias a la plataforma desarrollada se genera un aprendizaje experiencial en el que los estudiantes pueden “construir” un edificio virtualmente, mejorando en la comprensión espacial. La visualización 3D facilita el entendimiento de la posición y función de cada componente en el contexto del conjunto. Se constata el incremento en la participación y motivación, se puede argumentar que la interactividad promueve un mayor interés por parte de los alumnos, en comparación con métodos tradicionales. Esto conlleva a una mayor flexibilidad pedagógica donde los instructores pueden adaptar el contenido y el ritmo de las simulaciones según las necesidades del curso.

Por último, cabe mencionar el trabajo de Vasilevski et al. (2020), en el que se estudia la adaptación de la educación tradicional al nuevo paradigma digital dominado por flujos de trabajo BIM y tecnologías inmersivas en RM. Se establece como conclusión de este estudio que la RM aplicada a la formación en arquitectura y construcción ofrece un entorno de aprendizaje enriquecido, que favorece la comprensión profunda, la motivación y el aprendizaje de los estudiantes. Los resultados sugieren que las tecnologías inmersivas permiten experimentar el espacio antes de construirlo, colaborar de manera virtual pero efectiva y desarrollar pensamiento estratégico desde una perspectiva visual e interactiva.

La Tabla 1 sintetiza las principales características de estas tecnologías y sus aplicaciones en el ámbito de la Construcción:

Tabla 1. Principales características de las tecnologías inmersivas y sus aplicaciones en el ámbito de la Construcción

Tipo de tecnología	Nivel de inmersión	Recursos necesarios	Aplicaciones didácticas relevantes	Ejemplo ilustrativo
Realidad Virtual (RV)	Alto	Visor VR, entorno digital simulado	Modelado anatómico por componentes, materiales y sistemas constructivos, manipulación directa de componentes constructivos, Coordinación para montaje virtual por equipos.	Park et al. (2016): Modelado interactivo de la anatomía de un edificio para la enseñanza experimental de la construcción de edificios
Realidad Aumentada (RA)	Bajo - Medio	Smartphone, tablet, marcadores AR	Superposición de detalles constructivos sobre planos físicos o espacios reales; lectura aumentada de modelos; prácticas de interpretación.	Fonseca et al. (2014): uso de RA para visualizar estructuras arquitectónicas en educación técnica.
Realidad Mixta (RM)	Alto	Smartphones (Android/iOS), Gear VR, tablets para AR	Recorridos virtuales por modelos BIM; Simulación de fases del proyecto, RM aplicada a recorridos de arquitectura histórica	Vasilevski et al. ,2020: Análisis de las experiencias de los estudiantes de construcción con la realidad mixta móvil.

Para garantizar una integración crítica, eficaz y pedagógicamente significativa de las tecnologías inmersivas en el aula, no basta con disponer de los recursos técnicos: es necesario contar con un marco metodológico claro que oriente su uso hacia fines educativos concretos. Diversos autores coinciden en que el potencial transformador de estas herramientas solo se materializa cuando su implementación se alinea con principios de diseño instruccional sólidos, sensibles tanto al contenido como a las necesidades del alumnado (Shute & Ke, 2012; Dede, 2009).

En este sentido, se proponen una serie de buenas prácticas que pueden servir como guía para el profesorado interesado en incorporar tecnologías inmersivas en el ámbito de la enseñanza de la Construcción y otras disciplinas técnicas:

- (i) Alinear su uso con los objetivos de aprendizaje específicos de cada unidad didáctica, asegurando que cada experiencia inmersiva responde a una competencia concreta y no se introduce como elemento decorativo o motivacional sin propósito formativo.
- (ii) Integrarlas como complemento o refuerzo de metodologías tradicionales, en lugar de reemplazarlas por completo. La enseñanza eficaz se construye sobre la combinación de enfoques, y la tecnología debe potenciar, no sustituir, los fundamentos pedagógicos existentes (Shute & Ke, 2012).
- (iii) Fomentar experiencias activas y autónomas, que promuevan la exploración libre, la toma de decisiones y la reflexión crítica. Las tecnologías inmersivas deben usarse para empoderar al estudiante como agente de su propio aprendizaje, no como espectador pasivo de entornos digitales.
- (iv) Evaluar su impacto más allá de la novedad o el atractivo, considerando indicadores relacionados con la comprensión conceptual, la retención de información y la transferencia a contextos reales o profesionales (Radianti et al., 2020). Una experiencia puede ser visualmente atractiva y aún así ineficaz desde el punto de vista educativo.
- (v) Formar al profesorado en el diseño y uso pedagógico de estos entornos, no solo en su manejo técnico. Tal como señala Alcañiz (2003), “el éxito de una experiencia inmersiva depende menos de la tecnología empleada que del objetivo con el que se diseña”, lo que subraya la necesidad de una estrategia institucional que combine capacitación docente, innovación metodológica y colaboración interdisciplinar.

Más allá del diseño didáctico puntual, resulta imprescindible reflexionar sobre la escalabilidad y sostenibilidad del uso de tecnologías inmersivas en la enseñanza universitaria. Aunque muchos de los ejemplos descritos muestran un alto potencial educativo, su aplicación generalizada sigue condicionada por factores como la inversión inicial en equipamiento, la necesidad de personal técnico de apoyo, o la falta de contenidos específicos adaptados al currículum de Arquitectura Técnica. En este sentido, la literatura apunta a que muchas experiencias inmersivas en entornos universitarios se limitan a proyectos piloto o asignaturas aisladas, sin una verdadera proyección institucional.

Para garantizar su sostenibilidad a medio y largo plazo, es necesario avanzar hacia modelos integrados de innovación docente, en los que estas tecnologías se incorporen de forma transversal, vinculadas a planes de formación docente, estrategias de evaluación y alianzas con actores externos (por ejemplo, estudios de arquitectura, empresas BIM, u organismos colegiales). Solo así será posible consolidar un ecosistema educativo en el que las tecnologías inmersivas no sean una excepción costosa o experimental, sino un recurso pedagógico asumido y replicable en distintos contextos formativos.



Figura 7. Entornos virtuales para desarrollo docente (Fuente: www.unsplash.com)

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

El uso de tecnologías inmersivas en educación universitaria representa una oportunidad transformadora, especialmente en disciplinas con un fuerte componente visual, técnico y espacial como la Construcción. No obstante, su integración no está exenta de riesgos ni de desafíos. Uno de los principales peligros identificados es el uso acrítico o superficial de estas herramientas, basado en el atractivo visual o en la novedad tecnológica —lo que se ha denominado el “efecto wow”— sin una verdadera conexión con los objetivos pedagógicos (Selwyn, 2016).

Este enfoque instrumentalista, centrado en la herramienta y no en el aprendizaje, puede generar experiencias impresionantes pero vacías de significado. Para que estas tecnologías contribuyan realmente a un aprendizaje profundo y significativo, es imprescindible diseñar experiencias que activen procesos cognitivos clave como la percepción espacial, la simulación mental, la cognición situada o la implicación emocional del estudiante (Immordino-Yang & Damasio, 2007; Brown, Collins & Duguid, 1989). Tal como señala Dede (2009), el valor de los entornos inmersivos no reside en su sofisticación técnica, sino en su capacidad para apoyar nuevas formas de pensar y comprender el mundo.

En este sentido, la formación docente emerge como un factor determinante. Integrar tecnologías inmersivas en el aula requiere no solo competencias técnicas, sino también una comprensión profunda de los procesos de aprendizaje y de las metodologías activas que las sustentan. Es necesario formar al profesorado en el diseño instruccional de experiencias inmersivas, así como en la evaluación de su impacto más allá de indicadores de uso o aceptación. La tecnología, por sí sola, no mejora la enseñanza: lo hace la enseñanza que sabe utilizarla con sentido.

Por otro lado, la revisión de la literatura indica una escasez de evaluaciones rigurosas que analicen los efectos reales del uso de estas tecnologías en términos de aprendizaje, transferencia y retención del conocimiento (Radianti et al., 2020). Se necesitan más estudios que comparen resultados entre grupos de control, que incorporen análisis cualitativos de la experiencia del estudiante y que definan métricas sólidas para valorar la eficacia de estas herramientas desde una perspectiva pedagógica.

En conclusión, las tecnologías inmersivas no deben concebirse como un fin en sí mismas, sino como un medio potente que, bien utilizado, puede transformar la experiencia de aprendizaje. En el ámbito de la Construcción, su potencial es especialmente elevado, al ofrecer entornos de exploración y visualización que permiten al alumnado enfrentarse a la complejidad del entorno edificado desde fases muy tempranas de su formación. No obstante, para que ese potencial se materialice, es necesario contar con una estrategia

educativa clara, una formación docente adecuada y una reflexión constante sobre su uso, orientada siempre a mejorar la calidad del aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcañiz, M. (2003). Realidad virtual y educación: principios y aplicaciones. *Comunicar*, 21, 145–152.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Birt, J. & Cowling, M. (2018). Toward future ‘mixed reality’ learning spaces: Designing for blended reality with immersive learning environments. *Journal of Information Technology Education: Research*, 17, 165–178.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42. <https://doi.org/10.3102/0013189X018001032>
- Dalgarno, B. & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10–32. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66–69. <https://doi.org/10.1126/science.1167311>
- Freina, L. & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. *Proceedings of the International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, 1, 133–141. <https://doi.org/10.12753/2066-026X-15-020>
- Fonseca, D., Redondo, E., Navarro, I. & Sánchez, A. (2014). Using Augmented Reality and Education Techniques in Engineering. *Computers & Education*, 68, 1–10.
- Immordino-Yang, M. H. & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3–10. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x>
- Lombard, M. & Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2). <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00072.x>
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329. <https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram IEICE 1994.pdf>
- Park, C. S., Le, Q. T., Pedro, A., & Lim, C. R. (2016). Interactive building anatomy modeling for experiential building construction education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 142(3), 04015019. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000268](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000268)
- Parsons, S. & Gagg, K. (2006). Using virtual reality in psychological research. *Virtual Reality*, 10(3–4), 263–276.
- 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>
- Selwyn, N. (2016). *Education and Technology: Key Issues and Debates* (2nd ed.). London: Bloomsbury Academic. <https://doi.org/10.1007/s11159-022-09971-9>
- Shute, V. J. & Ke, F. (2012). Games, learning, and assessment. In D. Ifenthaler, D. Eseryel & X. Ge (Eds.), *Assessment in Game-Based Learning: Foundations, Innovations, and Perspectives* (pp. 43–58). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3546-4_4
- Shute, V. J., Ventura, M. & Kim, Y. J. (2015). Assessment and learning of qualitative physics in Newton’s Playground. *The Journal of Educational Research*, 108(6), 423–430. <https://doi.org/10.1080/00220671.2013.832970>
- Slater, M. & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), 603–616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Vasilevski, N., & Birt, J. (2020). Analysing construction student experiences of mobile mixed reality enhanced learning in virtual and augmented reality environments. *Research in Learning Technology*, 28. <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2329>
- Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H. L. & Wang, X. (2018). A critical review of the use of virtual reality in construction engineering education and training. *Automation in Construction*, 94, 47–57. <https://doi.org/10.3390/ijerph15061204>