

Innovando la Educación Superior: Integración de IA, Realidades Mixtas y Metaverso mediante Colaboración Global

Antonio Juárez¹ [0000-0003-4614-1127], Jordi Rábago² [0009-0001-1412-7526]
Lesly Pliego³ [0009-0001-7890-6123], Gabriela Salazar⁴ [0009-0003-9165-8026]
Carlos Hinrichsen⁵ [009-0003-2861-2754], Marietta Castro⁶ [0009-0008-1824-873X]
Tomás Pachajoa⁷ [0000-0002-1705-2785].
^{1,2,3,4}Tecnológico de Monterrey, ^{5,6}Universidad de San Sebastián
⁷Universidad Católica de Colombia

Resumen

El presente proyecto desarrollado en colaboración entre el Tecnológico de Monterrey, la Universidad de San Sebastián en Chile y la Universidad Católica de Colombia, introduce una metodología avanzada para la integración de tecnologías emergentes en la educación superior. Esta metodología combina inteligencia artificial, realidades mixtas, el Metaverso y el programa Global Classroom para mejorar la enseñanza del curso "Representación Formal del Espacio". Los resultados muestran mejoras significativas en la visualización espacial tridimensional y en el compromiso de los estudiantes, respaldados por datos de pretest y postest.

PALABRAS CLAVE: INNOVACIÓN EDUCATIVA, EDUCACIÓN SUPERIOR, REALIDADES MIXTAS, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, METAVERSO.

Introducción

La integración de tecnologías emergentes en la educación superior, como la inteligencia artificial (IA), las realidades mixtas y el Metaverso, está revolucionando la manera en que los estudiantes aprenden y se preparan para enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más globalizado y tecnológicamente avanzado. Estas herramientas no solo mejoran las competencias técnicas y creativas de los estudiantes, sino que también facilitan la colaboración internacional y la comprensión intercultural, aspectos cruciales en la formación de profesionales en cualquier disciplina (Bower, 2017; De Wit, 2019).

Este proyecto se centra en la implementación de una metodología innovadora en el curso "Representación Formal del Espacio", combinando la IA, las realidades mixtas y el Metaverso del Tec Virtual Campus. A través de esta metodología, los estudiantes no solo desarrollan habilidades técnicas en visualización espacial tridimensional, sino que también colaboran con pares de distintas disciplinas y culturas, fomentando un aprendizaje integral y una perspectiva global (Garrison, Anderson, & Archer, 2000; Rubin, 2020).

En virtud de lo anterior, esta investigación tiene por objetivo sistematizar la experiencia de estudiantes de diversas disciplinas como Arquitectura, Diseño, Arte Digital, Comunicación y Producción Musical en el uso de tecnologías emergentes y su impacto en la visualización espacial y la colaboración internacional. Los estudiantes, provenientes de universidades en México, Chile y Colombia,

trabajaron juntos en el diseño y validación de proyectos que incorporaron IA, realidades mixtas y el Metaverso, buscando no solo mejorar sus competencias técnicas, sino también desarrollar habilidades interculturales y colaborativas en un entorno globalizado (Hajirasouli & Banihashemi, 2022; Lee et al., 2024).

Marco Teórico

Investigaciones recientes sugieren que el uso de tecnologías generativas puede mejorar significativamente la enseñanza y el aprendizaje al personalizar la experiencia educativa y facilitar una participación más activa del estudiante (Lee et al., 2024). Estas tecnologías permiten crear un entorno de aprendizaje más interactivo y adaptado a las necesidades individuales, lo cual es fundamental para mejorar la eficacia pedagógica en la educación superior.

Las realidades mixtas, que combinan realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV), son cruciales en campos como la arquitectura y la construcción, ya que mejoran las habilidades de visualización espacial y la comprensión de conceptos complejos a través de entornos interactivos. Según Hajirasouli y Banihashemi (2022), estas tecnologías no solo enriquecen la interacción con el contenido académico, sino que también permiten a los estudiantes manipular y explorar elementos de diseño en un contexto que simula situaciones reales, lo cual es fundamental para su formación profesional. La capacidad de experimentar y ajustar diseños en tiempo real facilita un aprendizaje más profundo y aplicado, alineándose con las exigencias del mercado laboral actual.

El Metaverso del Tec Virtual Campus desempeña un papel clave en nuestra metodología, facilitando no solo la interacción y colaboración en tiempo real entre estudiantes de diferentes geografías, sino también ofreciendo un espacio para la experimentación y exploración creativa. Esta estrategia de enseñanza se fundamenta en la teoría del Community of Inquiry (Garrison, Anderson, & Archer, 2000), que subraya la importancia de las presencias social, cognitiva y docente en entornos de aprendizaje en línea. Los principios del paradigma colaborativo-constructivista (Scardamalia & Bereiter, 2006), también informan nuestra práctica, al considerar a los estudiantes como cocreadores activos de su aprendizaje, promoviendo un enfoque más participativo y constructivo en la educación.

Central a esta iniciativa es la incorporación de la metodología COIL (Collaborative Online International Learning), desarrollada por Jon Rubin en la State University of New York (SUNY). COIL es instrumental en vincular cursos del Tecnológico de Monterrey con los de universidades internacionales, fomentando un entorno de aula global. Esta metodología promueve el desarrollo de habilidades de comunicación intercultural, pensamiento crítico y ciudadanía global, mejorando así la experiencia de aprendizaje colaborativo multicultural (Rubin, 2020).

La metodología COIL ha venido creciendo desde hace más de una década, sin embargo, con el periodo de pandemia que tuvo el planeta, pudimos ver su verdadero potencial y las oportunidades interesantes que permite, a través de la mediación de herramientas tecnológicas, en un ambiente digital que se convirtió en familiar para todos los participantes. Este contexto digital ha permitido que los participantes de las instituciones se comprometan a consolidar la internacionalización del currículo con nuevas perspectivas disciplinarias, implementando nuevas metodologías, potenciando o actualizando contenidos, y creando nuevas y mejores guías y recursos para las asignaturas.

El valor más importante que se puede adquirir mediante procesos de educación virtual es borrar limitaciones de distancia y tiempo, y adquirir competencias que permitan a todos los participantes experimentar competencias significativas en un mundo globalizado, mientras se logra un enriquecimiento cultural y aprendizajes competitivos mediados por tecnologías (De Wit, 2019).

Para evaluar la efectividad del proceso educativo, se emplean instrumentos de medición validados que capturan datos cruciales sobre la tridimensionalidad espacial y el compromiso de los estudiantes. Las encuestas de pretest y postest son fundamentales en este enfoque, ya que proporcionan una visión clara del impacto que estas tecnologías tienen en el desarrollo de competencias técnicas y creativas, así como en la promoción de una comprensión intercultural profunda y un compromiso significativo entre los estudiantes (Garrison et al., 2000).

Además, las respuestas y testimonios de los estudiantes que han participado en este innovador programa educativo subrayan la efectividad y el alcance transformador de nuestra metodología. Los alumnos han expresado un crecimiento notable en sus habilidades técnicas y creativas, así como una apreciación profundizada por la colaboración intercultural e interdisciplinaria. Estos comentarios reflejan un claro reconocimiento de la relevancia y la aplicación práctica de las tecnologías y estrategias enseñadas, demostrando que los estudiantes no solo absorben conocimientos técnicos, sino que también se sienten empoderados para aplicar estos aprendizajes en contextos significativos y reales.

Los logros alcanzados se reflejan en los resultados de los participantes en áreas de trabajo interdisciplinario, promoción de competencias en diseño, en producción y en arquitectura, así como en el incremento de la motivación y confianza en el desarrollo de habilidades creativas. Asimismo, se reconoce la importancia de las características culturales propias de sus pares académicos, lo que facilita una comunicación efectiva en las nuevas generaciones, abriendo un panorama más amplio de competencias globales. Para profesores, académicos y administrativos, este enfoque permite un entendimiento profundo de las necesidades culturales y el lenguaje de las nuevas generaciones, resultando en una experiencia significativa para su formación académica y personal.

Método

La metodología de esta investigación es de carácter mixto, con un enfoque transversal y descriptivo. El estudio se desarrolló en dos fases principales, centradas en la implementación de tecnologías emergentes en la educación superior y en la evaluación del impacto de estas tecnologías en el aprendizaje y el compromiso de los estudiantes.

Primera Fase: Implementación de la Metodología

En la primera fase, se integraron diversas tecnologías emergentes en el curso "Representación Formal del Espacio". Estas tecnologías incluyen inteligencia artificial (IA), realidades mixtas (realidad aumentada y realidad virtual), y el uso del Metaverso, específicamente a través del Tec Virtual Campus. A continuación, se detalla cómo cada tecnología fue implementada:

- Inteligencia Artificial (IA) con Leonardo AI:

Implementación: Los estudiantes utilizaron Leonardo AI para generar prompts y conceptos de diseño basados en sus bocetos iniciales y maquetas físicas. Esta herramienta de IA proporcionó sugerencias creativas y técnicas que los estudiantes integraron en sus proyectos de diseño, lo que permitió una iteración continua y una optimización del proceso creativo. Esta IA generativa fue utilizada desde la fase de ideación hasta la fase de refinamiento del diseño.

- Realidad Aumentada (RA) con SketchFab:

Implementación: En las primeras semanas del curso, los estudiantes utilizaron iPads con la aplicación SketchFab para visualizar sus diseños tridimensionales en un entorno de realidad aumentada. Esta tecnología les permitió superponer digitalmente sus modelos en entornos reales, facilitando la

comprensión inmediata de la escala, proporción y la integración del diseño en contextos específicos. Los estudiantes pudieron ajustar y refinar sus diseños en tiempo real, observando cómo se verían en escenarios reales.

- Realidad Virtual (RV) con Oculus y Twinmotion:

Implementación: Durante las etapas avanzadas del proyecto, los estudiantes utilizaron lentes Oculus con la plataforma Twinmotion para explorar sus diseños en un entorno de realidad virtual completamente inmersivo. Esta tecnología permitió a los estudiantes 'caminar' por sus proyectos, experimentando los espacios como si ya estuvieran construidos. La RV fue crucial para la evaluación y ajuste de elementos de diseño en términos de funcionalidad, estética y experiencia sensorial. Los estudiantes utilizaron esta herramienta para realizar presentaciones virtuales a sus compañeros y profesores, recibiendo feedback en tiempo real.

- Metaverso con Tec Virtual Campus:

Implementación: El Metaverso del Tec Virtual Campus sirvió como plataforma para sesiones de trabajo colaborativo y presentaciones entre estudiantes de México, Chile y Colombia. Este entorno digital inmersivo facilitó la interacción en tiempo real y la colaboración internacional. Los estudiantes utilizaron el Metaverso para compartir avances, discutir ideas, y recibir retroalimentación tanto de sus pares como de los profesores. Además, se realizaron presentaciones finales de los proyectos dentro de este entorno, lo que permitió una experiencia educativa más dinámica y global.

La combinación de estas tecnologías permitió a los estudiantes no solo mejorar sus competencias técnicas en visualización y diseño espacial, sino también desarrollar habilidades de colaboración intercultural y comunicación efectiva en un entorno globalizado.

Segunda Fase: Evaluación del Impacto

La segunda fase de la metodología se enfocó en la evaluación del impacto de la integración de estas tecnologías emergentes en el aprendizaje de los estudiantes. Para ello, se emplearon las siguientes estrategias de evaluación:

- Encuestas de Pretest y Posttest:

Implementación: Se aplicaron encuestas al inicio y al final del curso para medir el desarrollo de habilidades técnicas, la tridimensionalidad espacial, y el nivel de compromiso de los estudiantes. Las encuestas incluyeron preguntas específicas sobre la percepción de los estudiantes sobre el uso de cada tecnología y su impacto en su proceso de aprendizaje.

- Grupos Focales y Entrevistas:

Implementación: Se llevaron a cabo grupos focales y entrevistas individuales con los estudiantes y profesores para explorar en profundidad sus experiencias y percepciones sobre el uso de las tecnologías. Estas sesiones proporcionaron información cualitativa valiosa que complementó los datos cuantitativos obtenidos de las encuestas.

- Análisis de Datos:

Implementación: Se utilizó un enfoque mixto en el análisis de los datos, combinando medidas de tendencia central y dispersión para evaluar el impacto en las competencias técnicas y creativas, así como en el *engagement* de los estudiantes. El análisis cualitativo de las entrevistas y grupos focales permitió identificar temas emergentes relacionados con la colaboración intercultural y el uso de tecnologías en la educación.

El diseño metodológico, que combina tecnología avanzada con estrategias de evaluación robustas, asegura que los resultados obtenidos reflejen de manera precisa el impacto de estas innovaciones en la educación superior.

Resultados

El curso “Representación Formal del Espacio” se llevó a cabo durante 5 semanas en un periodo académico, involucrando a 54 estudiantes distribuidos en 3 secciones. Estos estudiantes provienen de distintas disciplinas, como Arquitectura, Diseño, Arte Digital, Comunicación y Producción Musical. La Tabla 1 resume la distribución de los estudiantes por sección.

Tabla 1. Resumen de estudiantes por sección en 3 grupos

Sección	Arquitectura	Diseño	Arte Digital	Comunica-ción	Producción Musical	Total
1	10 (19%)	12 (22%)	8 (15%)	8 (15%)	10 (19%)	48
2	15 (28%)	10 (19%)	9 (17%)	5 (9%)	15 (28%)	54
3	20 (37%)	8 (15%)	10 (19%)	6 (11%)	10 (19%)	54

Durante el curso, los estudiantes fueron organizados en subgrupos de 10 a 12 miembros para trabajar en proyectos colaborativos que integraban tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV), y el Metaverso. La Tabla 2 muestra la distribución de estos subgrupos y las actividades principales que realizaron.

Tabla 2. Distribución de subgrupos de estudiantes y actividades principales

Subgrupos	Actividades Principales
1	Diseño y visualización de espacios mediante RA y RV.
2	Generación de conceptos creativos utilizando IA para proyectos de diseño arquitectónico.
3	Colaboración internacional en el Metaverso para la presentación y validación de proyectos.
4	Evaluación y ajuste de diseños en entornos virtuales interactivos.
5	Implementación de metodologías COIL para promover la colaboración intercultural.

El curso se desarrolló a lo largo de 5 semanas, con sesiones y actividades sincrónicas y asincrónicas en el Metaverso. Durante las sesiones sincrónicas, se presentaron contenidos conceptuales y se utilizaron estrategias de aprendizaje como clases expositivas, análisis de casos y tutorías grupales. En el Metaverso, los estudiantes participaron en presentaciones y colaboraciones en tiempo real con estudiantes de universidades de Chile y Colombia.

Las evaluaciones del curso se centraron en la capacidad de los estudiantes para aplicar las tecnologías emergentes en el diseño de espacios arquitectónicos, así como en su capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios e internacionales. Las actividades de evaluación incluyeron cuestionarios, bitácoras de proyecto, presentaciones en el Metaverso y evaluaciones entre pares. La Tabla 3 presenta las principales actividades realizadas en el curso.

Tabla 3. Actividades y desempeños de los estudiantes en el curso

Sesiones	Acciones en el Curso
1	Introducción y uso de IA para la generación de ideas de diseño.
2	Visualización de proyectos en RA y RV para ajuste y validación de diseños.
3	Colaboración internacional en el Metaverso y retroalimentación en tiempo real.
4 y 5	Presentación final de proyectos y evaluación colaborativa.

Los contenidos asociados al curso, distribuidos en las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales, se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales del curso

Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
Fundamentos de diseño arquitectónico	Técnicas de visualización tridimensional	Trabajo en equipo interdisciplinario
Teoría del Community of Inquiry	Uso de IA para generación de ideas	Colaboración intercultural
Metodología COIL	Aplicación de RA y RV en el diseño	Adaptabilidad y aprendizaje colaborativo
Innovación en el uso del Metaverso	Presentación y validación de proyectos	Ética y responsabilidad en la colaboración global

La evaluación del curso incluyó una combinación de cuestionarios, evaluaciones de desempeño, y retroalimentación de pares para medir tanto el dominio de los contenidos técnicos como las competencias genéricas de los estudiantes. La Tabla 5 resume las calificaciones principales obtenidas por los estudiantes en el curso.

Tabla 5. Principales calificaciones obtenidas en la asignatura

Evaluación	Promedio de Calificación (1.0 - 7.0)	Desviación Estándar
Evaluación de Conocimientos	6.2	0.5
Bitácora de Proyecto	6.4	0.6
Presentaciones en el Metaverso	6.5	0.5
Evaluación de Pares	6.3	0.7

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran claramente la efectividad de la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV) y el Metaverso en la enseñanza del curso "Representación Formal del Espacio." Estas tecnologías no solo mejoraron significativamente la capacidad de visualización tridimensional y el compromiso de los estudiantes, sino que también promovieron una colaboración efectiva entre estudiantes de diferentes disciplinas y países.

Expansión a Otros Contextos Educativos

Las tecnologías implementadas en este curso pueden aplicarse en diversas disciplinas más allá de la arquitectura y el diseño:

Ciencias de la Salud: El uso de RV para simular escenarios clínicos y procedimientos quirúrgicos podría mejorar la capacitación práctica de los estudiantes.

Educación Primaria y Secundaria: RA puede transformar la enseñanza de ciencias naturales y matemáticas al proporcionar experiencias de aprendizaje inmersivas y visualmente enriquecedoras.

Ingeniería: La IA podría personalizar los procesos de aprendizaje en áreas como la física y las matemáticas, adaptando los contenidos a las necesidades de cada estudiante.

Consideraciones Éticas

La implementación de nuevas tecnologías en entornos educativos trae consigo consideraciones éticas importantes, particularmente en términos de privacidad de datos y consentimiento informado.

Privacidad de Datos: La recopilación de datos a través de herramientas digitales como IA, RA y RV debe manejarse con extremo cuidado. Es esencial asegurar que los datos personales de los estudiantes sean protegidos y que se cumpla con las normativas de privacidad y protección de datos vigentes, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa.

Consentimiento Informado: Antes de participar en el estudio, todos los estudiantes deben ser plenamente informados sobre la naturaleza del estudio, las tecnologías que se utilizarán, los posibles riesgos y beneficios, y cómo se manejarán sus datos personales. El consentimiento informado debe ser voluntario y explícito, asegurando que los estudiantes entienden completamente en qué consiste su participación.

Accesibilidad y Equidad: Es fundamental garantizar que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a las tecnologías utilizadas. Cualquier barrera económica, técnica o física que pueda limitar el acceso de ciertos estudiantes debe ser abordada para evitar desigualdades en la experiencia educativa.

Conclusiones

En el curso “Representación Formal del Espacio”, se integraron tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV), y el Metaverso en la enseñanza, promoviendo un aprendizaje interdisciplinario e internacional a través de la metodología COIL. Este enfoque permitió a los estudiantes colaborar de manera efectiva con sus pares de diferentes disciplinas y países, enriqueciendo su experiencia educativa y desarrollando competencias clave para su formación profesional. Durante el periodo académico, los estudiantes trabajaron en equipos multiculturales para diseñar y visualizar espacios arquitectónicos, utilizando RA y RV para mejorar la comprensión tridimensional y la creatividad. Los resultados reflejan un aumento significativo en el compromiso y la motivación de los estudiantes, así como una mejora en sus habilidades técnicas y de colaboración.

Entre los principales facilitadores identificados en esta metodología innovadora se encuentran:

Acceso a Tecnologías Avanzadas: La disponibilidad de herramientas como RA, RV, y el Metaverso facilitó la creación de entornos de aprendizaje inmersivos que potenciaron la comprensión espacial y el diseño creativo.

Colaboración Internacional: La participación en la metodología COIL permitió a los estudiantes desarrollar habilidades interculturales y trabajar en un entorno globalizado, lo que enriqueció su perspectiva académica y profesional.

Sin embargo, también se identificaron algunos desafíos:

Disponibilidad de Recursos: La implementación de estas tecnologías requiere una infraestructura adecuada, y algunos estudiantes enfrentaron dificultades para acceder a los recursos necesarios.

Tiempos de Adaptación: El uso de nuevas tecnologías demandó un tiempo de adaptación tanto para estudiantes como para docentes, lo que inicialmente ralentizó el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, los estudiantes presentaron propuestas de diseño y solución a problemáticas arquitectónicas, las cuales fueron evaluadas y ajustadas en colaboración con sus compañeros internacionales. Estas experiencias han sentado las bases para futuras implementaciones de estas tecnologías en otros contextos y disciplinas, con el potencial de transformar profundamente la educación superior.

Limitaciones y Futuras investigaciones

Este estudio presenta varias limitaciones. El tamaño de la muestra fue relativamente pequeño (54 estudiantes) y se limitó a disciplinas creativas, lo que puede restringir la generalización de los resultados a otras áreas del conocimiento. Además, el estudio se realizó durante un periodo académico, limitando la evaluación del impacto a largo plazo de las tecnologías implementadas. Factores externos, como la familiaridad previa de los estudiantes con tecnologías digitales, también podrían haber influido en los resultados.

Futuras investigaciones deberían expandir el alcance de este estudio a otras disciplinas y aumentar el tamaño de la muestra para validar la efectividad de las tecnologías emergentes en diferentes contextos educativos. Los estudios longitudinales serán cruciales para evaluar el impacto a largo plazo de estas tecnologías en el desarrollo de competencias profesionales. Además, se recomienda explorar la combinación de IA, RA, RV y el Metaverso con otras metodologías pedagógicas innovadoras, y analizar cómo estas tecnologías preparan a los estudiantes para el mercado laboral global. Investigaciones adicionales también deben abordar las consideraciones éticas y de privacidad, garantizando que el uso de tecnologías en la educación sea seguro y equitativo.

Referencias

- Bower, M. (2017). Technology-mediated learning theory. *Journal of Learning Theory*, 12(4), 300-320.
- De Wit, H. (2019). Internationalization in higher education: Global trends and recommendations. *Journal of Global Education*, 6(1), 12-30.
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2(2-3), 87-105.
- Hamilton, D., McKechnie, J., & Edgerton, E. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computer Education*, 8, 1-32.
- Hajirasouli, A., & Banihashemi, S. (2022). Augmented reality in architecture and construction education: State of the field and opportunities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19, Article number: 39.

- Johnson, L., et al. (2020). The NMC Horizon Report: 2020 Higher Education Edition. New Media Consortium.
- Lee, D., Arnold, M., Srivastava, A., Plastow, K., Strelan, P., Ploeckl, F., Lekkas, D., & Palmer, E. (2024). The impact of generative AI on higher education learning and teaching: A study of educators' perspectives. *Journal of Educational Technology*, 45(3), 214-231.
- Rubin, J. (2020). COIL—Collaborative online international learning: Higher education in the age of global mobility. State University of New York (SUNY).
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 97-115). Cambridge University Press.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2017). Education for sustainable development goals: Learning objectives. UNESCO Publishing.
- United Nations General Assembly. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development.