

Realidad virtual para el entrenamiento de las habilidades espaciales en el aprendizaje de la arquitectura

Virtual reality for spatial skills training in architectural learning

Recibido: agosto 22 de 2024 • Evaluado: junio 07 de 2025 • Aceptado: marzo 19 de 2026

CÓMO CITAR

Portillo Ríos, R. A. (2026). Realidad virtual para el entrenamiento de las habilidades espaciales en el aprendizaje de la arquitectura. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 28(2), 23-34. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2026.28.6419>

Raymundo Alberto Portillo Ríos*
Universidad de Monterrey (Monterrey, México)
<https://ror.org/02arnxw97>

RESUMEN

El aprendizaje de la arquitectura requiere la práctica y el diseño de la forma en dos y tres dimensiones como componente específico para la generación del objeto constructivo. Dicha práctica es posible gracias al entrenamiento de habilidades espaciales, que facultan a los profesionales del diseño en las destrezas cognitivas que motivan la creatividad. El presente trabajo exploratorio analizó el uso de la realidad virtual para el entrenamiento de las habilidades espaciales en estudiantes que inician su formación en arquitectura. Esta tecnología permitió que los participantes identificaran categorías asociadas a la percepción espacial, la visualización y la rotación espacial, a partir del diseño de una composición volumétrica, mediante la cual se pudo valorar la eficacia de la herramienta en la enseñanza de la forma y el espacio, facilitando la interacción con objetos digitales y la inmersión como experiencia de aprendizaje. El estudio exploró la versatilidad de la realidad virtual para favorecer el desarrollo integrado de diversas dimensiones espaciales desde las primeras etapas de formación, al involucrar directamente al usuario en el modo de hacer para aprender en un entorno digital.

Palabras clave

aplicación informática; competencia digital; enseñanza asistida por ordenador; informática educativa; tecnología educacional

ABSTRACT

Architecture education requires the practice and the design of form in both two and three dimensions as a key component in the generation of built objects. This practice is made possible through the training of spatial skills, which equip design professionals with the cognitive abilities that foster creativity. The present exploratory study analyzed the use of virtual reality for training spatial skills in students beginning their education in architecture. This technology enabled participants to identify categories associated with spatial perception, visualization, and spatial rotation through the design of a volumetric composition, which allowed for the assessment of the tool's effectiveness in teaching form and space by facilitating interaction with digital objects and immersion as a learning experience. The study explored the versatility of virtual reality in promoting the integrated development of various spatial dimensions from the early stages of training, by directly engaging users in a hands-on learning process in a digital environment.

Keywords

computer-assisted instruction; digital competence; educational computing; educational technology; software application

✦ Arquitecto, Universidad del Zulia. Zulia (Venezuela).
Master Scientiarum en Gerencia de Empresas, Universidad del Zulia. Zulia (Venezuela).
Doctor en Dirección de Proyectos, Universidad Benito Juárez García. Puebla (México).
📄 <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=1f-Nld4AAAAJ>
🆔 <https://orcid.org/0000-0001-7575-4956>
✉ raymundo.portillo@udem.edu

INTRODUCCIÓN

La realidad virtual es entendida como la “representación de objetos reales a través de medios electrónicos” valiéndose de “entornos tridimensionales, en los cuales los usuarios pueden interactuar a través de visores, guantes, lentes y otros instrumentos” (Lerma et al., 2020, p. 113), en un espacio recreado de manera digital. Su característica principal es la experiencia inmersiva, en la que el agente es aislado del lugar, para sumergirse en un ambiente virtual al que accede mediante gestos que son captados por dispositivos periféricos.

La relación de la realidad virtual con la arquitectura se basa en el uso compartido del espacio como fuente de experiencias, ya que la virtualidad es capaz de generar en el sujeto la sensación de estar en un lugar, aunque sea de manera digital y simulada (Higuera et al., 2017).

En la actualidad, las tecnologías inmersivas son una de las estrategias aplicadas en la formación pedagógica de la arquitectura (Wagemann y Martínez, 2022), y la ingeniería (Tristancho Ortiz et al., 2019), ya que, con dichas experiencias, se enriquece el complejo proceso de aprender a hacer edificaciones habitables, lo que incluye la gestión, la representación y la visualización de los proyectos arquitectónicos.

Un punto de interés para muchas investigaciones es la comparación espacial entre los ambientes simulados y los virtuales, y cómo la visión del operador se ve influenciada por la sensibilidad que tiene del espacio al utilizar equipos inmersivos, ya sea de realidad virtual, aumentada o mixta. Así lo demuestra el trabajo de Azarby y Rice (2022), en el que se coteja lo físico con la simulación digital con ejercicios exploratorios de diseño arquitectónico.

Para las experiencias inmersivas del espacio es importante considerar “la sensación subjetiva de los usuarios” (Simó, 2019, p. 134) que interactúan con objetos virtuales, de manera similar a como lo hacen con las realidades físicas. Por lo que el aprovechamiento de la virtualidad depende de la habilidad para comprender la anchura, altura y profundidad de las formas. En ello se encuentra su singular aporte, pues “una de las funcionalidades de los *softwares* de realidad virtual es su potencial para trabajar la tridimensionalidad” (Codina et al., 2022, p. 3).

El uso de la virtualidad en la arquitectura se fundamenta en la comprensión de la perspectiva tridimensional del espacio, que se define, entre otras cosas, por los elementos arquitectónicos: plano base, cerramientos y cubiertas, los cuales no solo permiten el uso del lugar virtual, sino también su plena identificación formal y funcional, con un recorrido claro y entendible.

La gran influencia de la realidad virtual en el desarrollo de estrategias pedagógicas para el

aprendizaje de la arquitectura está referida a la comprensión de las variables fundamentales de forma, espacio y función, como tarea primordial del diseño. Con dicha influencia ha venido progresivamente consolidándose el binomio arquitectura-tecnología, tanto desde el punto de vista de la materialidad constructiva como de la relación subyacente entre las múltiples dimensiones de representación, diseño, comunicación, visualización y simulación.

El principal potencial de las realidades inmersivas en la enseñanza del diseño se ha enfocado en dos fines particulares, los “recorridos virtuales en contextos patrimoniales y el desarrollo de proyectos en espacios virtuales” (Wagemann y Martínez, 2022, p. 211). Aunque en la mayoría de los casos se indica su fortaleza para la mejora del pensamiento gráfico y visual, poco se resalta el entendimiento de la forma y el espacio mediante la virtualidad. Por ello, se planteó el presente estudio con el fin de relacionar dicha tecnología al aprendizaje técnico de la arquitectura.

Realidad virtual para el estudio de la arquitectura

Son notorios los aportes de la incursión de la realidad virtual en materia de la enseñanza pedagógica de la formación espacial en alumnos de carreras técnicas (Yarin y Gamarra, 2023), sobre todo en lo que se refiere a la comprensión y visualización de objetos, con el propósito de identificar conceptos relacionados con la geometría descriptiva, disciplina encargada de introducir al estudiante en temas como las intersecciones de volúmenes, el desarrollo o despiece de superficies o a las proyecciones con un ángulo determinado.

Para entender la forma y el espacio y, por ende, adentrarse en la geometría descriptiva y el diseño se requieren destrezas relacionadas con la inteligencia cognitiva, que permitan conceptualizar ideas creativas (Contreras et al., 2013), las cuales se logran mediante el desarrollo de habilidades espaciales. Dado que la forma y el espacio son la materia primaria de la práctica arquitectónica (Álvarez-Álvarez, 2019) es necesario el adiestramiento de dichas habilidades, para mejorar la comprensión, la composición y la visualización de los elementos generadores del espacio.

Los autores Mataix et al. (2015), Gómez-Tone (2019) y Suter (2020) señalan que las habilidades espaciales siguen siendo materia pendiente en los planes curriculares de las carreras relacionadas con el diseño, pues se observa entre los alumnos de los semestres iniciales un déficit para atender al aprendizaje conceptual de la forma y el espacio, así como de su representación en dos y tres dimensiones, sobre todo

para la resolución de ejercicios de despieces, desarrollo de vistas ortogonales, rotaciones, perspectivas y axonometrías.

Las habilidades espaciales, como disciplina profesional, “pueden desarrollarse con práctica y entrenamiento” (Gómez et al., 2022, p. 309), pues son intrínsecas a la persona que las posee y las potencia (Jiménez y Ortiz, 2018) y se relacionan no solo con la espacialidad, sino también con la comprensión de la geometría descriptiva (Cisneros y Cabezas, 2016), el estudio del álgebra y las matemáticas (Hsu, 2020), así como el dibujo y la expresión gráfica (González y Mesías, 2023), entre otras. De allí, la urgencia de que, en todas las áreas del diseño, los estudiantes desarrollen dichas habilidades.

Recientes estudios han comprobado que la tecnología ha enriquecido la práctica de las habilidades espaciales, como señalan los autores Sousa et al. (2021), Cabero-Almenara et al. (2022), y Gómez et al. (2022), pues la emergente digitalización del diseño y la construcción ha condu-

cido a la aplicación de diversos *hardware* y *software* que complementan la formación académica.

Además de ello, hay que remarcar la relevancia que tiene para las generaciones actuales el uso de la tecnología y la virtualización, tanto desde el punto de vista lúdico y de entretenimiento como para su aprendizaje y desarrollo laboral, pues hacen uso de dispositivos electrónicos que permiten la conexión constante a internet (Zarra, 2019) y la interacción en redes sociales, así como la producción y consumo de imágenes y videos digitales.

Ante este panorama, en el presente trabajo se analizó el uso de la realidad virtual para la puesta en práctica de habilidades espaciales de los estudiantes que inician la carrera de arquitectura, sustentado en la hipótesis de que la aplicación de esta ayuda a desarrollar la percepción espacial, la visualización y la rotación de volúmenes, aportando valor en el entendimiento de los conceptos de formas y espacio.

METODOLOGÍA

Con enfoque exploratorio, el estudio se propuso analizar el uso de la realidad virtual para el entrenamiento de las habilidades espaciales de los alumnos de arquitectura. El tipo de investigación fue mixto (cuantitativo y cualitativo), con diseño concurrente para analizar ambos tipos de datos.

Los objetivos particulares fueron: identificar en qué medida la realidad virtual contribuye al entrenamiento del pensamiento espacial; describir las dimensiones de las habilidades espaciales activadas durante la experiencia inmersiva de diseño; y valorar los aportes de la realidad virtual inmersiva para la formación inicial en arquitectura.

La muestra se conformó por 43 alumnos del primer semestre de la Escuela de Arquitectura y Ciencias del Hábitat de la Universidad de Monterrey, en Nuevo León, México. Los estudiantes fueron consultados entre abril de 2022 y abril de 2023, mediante un muestreo no probabilístico por autoselección, derivado de su participación en los cursos de geometría descriptiva durante los periodos referidos.

El instrumento de recolección de datos también fue mixto y estuvo compuesto por trece ítems: cuatro de ellos con formato abierto, orientados a precisar la identificación de las habilidades de percepción espacial, visualización y rotación espacial para el aprendizaje de la arquitectura en relación con la virtualización; y el resto, enunciados afirmativos con escala Likert de cinco niveles. Los ítems abiertos sirvieron para la libre expresión de los participantes, de

modo que, con sus propias palabras, asociaran las categorías de las dimensiones de las habilidades espaciales referidas por Villa (2016).

Para los datos cuantitativos, se calculó la confiabilidad Alpha de Cronbach mediante prueba piloto realizada con un grupo de alumnos que no conformaron la muestra final del estudio, de la cual se obtuvo una fiabilidad de 72% que se consideró aceptable (Rodríguez-Rodríguez y Reguant-Álvarez, 2020) tomando en cuenta la naturaleza exploratoria del estudio. Para validar la relación de los indicadores, se calculó el análisis de correlación entre ítems, con un promedio de 0,78 puntos, que demuestra una asociación positiva entre las variables.

Se hicieron dos sesiones de realidad virtual, al final de cada semestre, de modo que los alumnos contaran con la práctica suficiente para identificar las habilidades espaciales entrenadas previamente con ejercicios analógicos y volumetrías físicas. Tras la capacitación en el uso del equipo y del *software*, los participantes desarrollaron una composición volumétrica con factibilidad arquitectónica, integrada por seis volúmenes sólidos. Durante la práctica identificaron los conceptos trabajados y, al finalizar, respondieron el instrumento (Figura 1).

Los equipos tecnológicos utilizados fueron los Oculus Quest 2, con 6GB RAM y capacidad de imágenes de 20 pixeles por grado, y pantalla LCD de cambio rápido de 1832×1920 pixeles por ojo. Para el modelado de las formas se usó la aplicación Gravity Sketch, herramienta de diseño y colaboración en

tres dimensiones, ya que cuenta con la nube de descarga LandingPad, que permitió el estudio del modelo vía web. La Figura 2 muestra algunos de los ejemplos de las prác-

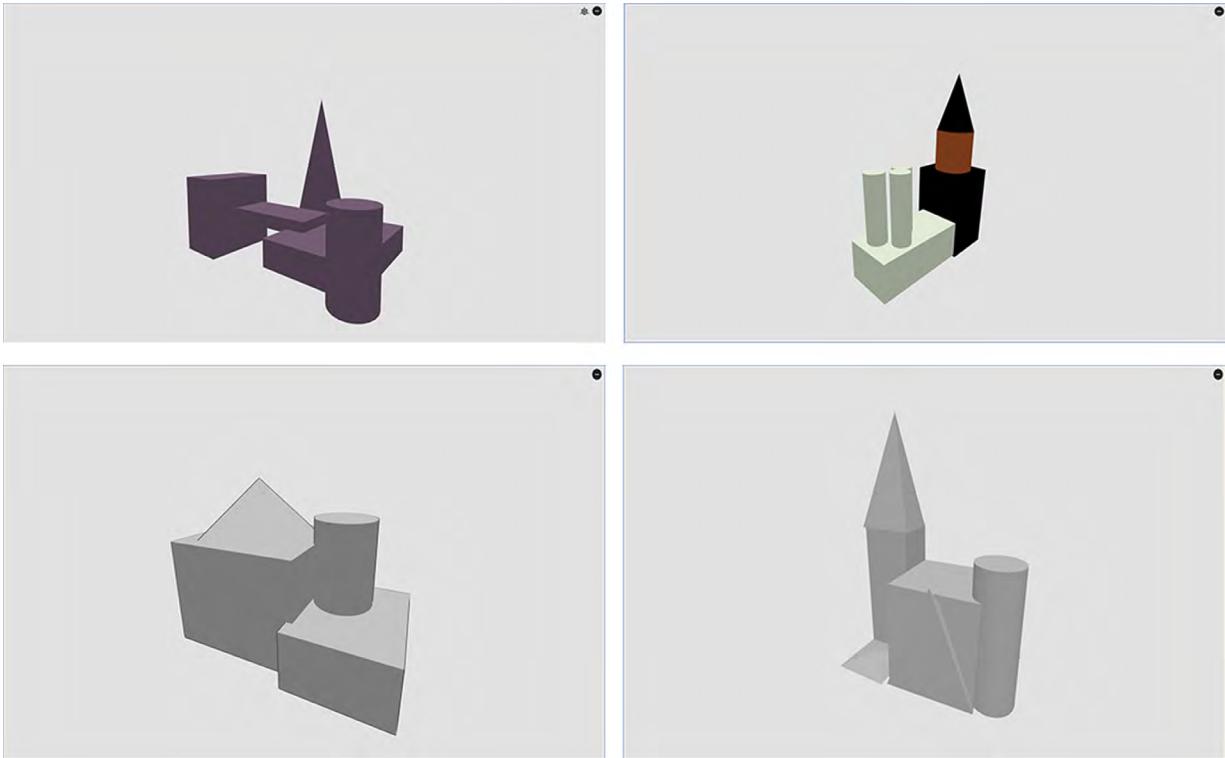
ticas de entrenamiento, que luego fueron validados y analizados en el software referido, para su representación en físico mediante planimetrías y volumetrías.

Figura 1. Sesión de realidad virtual con alumnos en la clase de geometría descriptiva, en la que individualmente entran al espacio virtual para la organización de las formas digitales



Fuente: elaboración propia (2023).

Figura 2. Ejemplos de modelado digital de composiciones volumétricas realizadas por los alumnos en la realidad virtual



Fuente: elaboración propia (2023).

Para el análisis de los datos, la información cualitativa de los ítems abiertos se sometió a un análisis temático semántico, la cual se organizó mediante matrices comparativas para clasificar y agrupar las respuestas por categorías y sus frecuencias e integrar temas

alineados a las dimensiones abordadas. Mientras que los datos cuantitativos se procesaron a través de una base numérica realizada en el *software* SPSS, para calcular los estadísticos descriptivos, relacionar ítems, y establecer tendencias por indicadores.

RESULTADOS

Para identificar en qué medida la realidad virtual contribuye al entrenamiento del pensamiento espacial se establecieron tres dimensiones: la percepción espacial, la visualización y la rotación espacial (Villa, 2016); en promedio, el 86% de los participantes identificaron que la realidad virtual ayuda para el entrenamiento de dichas dimensiones, pues desglosaron características que podrían asociarse a las definiciones y, por ende, concertar su aplicabilidad en el aprendizaje de la forma y el espacio en la arquitectura. En consecuencia, se confirmó la hipótesis planteada.

El peso estadístico restante del 14% asumió una posición neutral, justificando dicha respuesta en los otros usos asociados a las tecnologías inmersivas como pueden ser: los recorridos virtuales, las visitas inmersivas mixtas a monumentos históricos, la reproducción de contenidos multimedia 360°, y hasta

actividades de gamificación. De modo que no fue una negación respecto al desarrollo de las habilidades espaciales, sino más bien la confirmación de que dicha tecnología ha sido probada por los usuarios, con fines lúdicos o de aprendizaje y no taxativamente para el entendimiento de la forma y el espacio.

Por otra parte, las dimensiones de las habilidades espaciales fueron explicadas por los participantes con una serie de conceptos y enunciados que se analizaron con base en lo temático y semántico, y se agruparon por categorías según la dinámica inmersiva utilizada. Esto permitió encontrar uno de los principales aportes del estudio, ya que los alumnos de primer semestre expresaron su conocimiento con palabras que apuntaban al acertado entrenamiento y entendimiento de las habilidades lógico-espaciales, que confirman la utilidad de la tecnología.

Figura 3. Términos asociados al uso de la realidad virtual y el desarrollo de las habilidades espaciales



Fuente: elaboración propia (2023).

La Figura 3 muestra mediante una nube de palabras los términos más representativos del estudio, jerarquizando con formas y tamaños las mayores repeticiones. Se han excluido conectores y preposiciones, manteniendo algunos adjetivos que, de alguna manera, también demuestran el interés de los participantes en relacionar la práctica y el estudio del diseño con el uso de la realidad virtual y, por ende, con el desarrollo de las habilidades espaciales.

El segundo objetivo específico se enfocó en describir las tres dimensiones consideradas en el estudio, a saber: percepción espacial, visualización y rotación espacial, activadas en la experiencia inmersiva. A continuación, se desglosan por separado a fin de expresar mejor los resultados. Se incluyen también las categorías surgidas en el análisis cualitativo de

la información con el propósito de relacionarla y profundizar en los hallazgos del estudio.

Para la percepción espacial, la media de frecuencia de las categorías estuvo por encima de 14 puntos de repetición, lo que permitió identificar dos aspectos: el primero, referido a la manipulación de los objetos, pues la inmersión virtual permite interactuar con las formas y generar cambios en tiempo real, así como mover, girar y transformar libremente los volúmenes compositivos. El segundo, la categoría de comprensión espacial asociada a la realidad virtual, la cual constituye un ejercicio de simulación para ver lo digital como real, mediante *renders* que garantizan la veracidad de lo observado, y facilitan la visualización de las figuras. Esta información se explica en la Tabla 1, la cual relaciona las categorías identificadas por los participantes.

Tabla 1. Categorías sobre la percepción espacial

Categorías	Abreviatura	Descripción	Frecuencia
Visualización de las figuras	VF	Ayuda a visualizar las figuras geométricas, y volúmenes en 3D	11
Realismo	FR	Es posible verlo físicamente como si fuera real	12
Comprensión espacial	FI	Para el entendimiento 3D, vistas, rotaciones y perspectivas	16
Manipulación de objetos	MO	Permite interactuar con los objetos y transformarlos	23
Referencia a los sistemas de proyección	RA	Identifican rotaciones, vistas, isometrías, perspectivas y axonometrías	8

Fuente: elaboración propia (2023).

La segunda dimensión es la de la visualización, definida como aquella que permite mediante un proceso analítico, aprender, ver y manipular formas en 3D (Villa, 2016). Los participantes señalaron dos categorías particulares, con una media de 9 puntos entre la que destaca la observación 2D/3D de las formas, los ángulos y las intersecciones. La segunda categoría fue el realismo para la comprensión formal y espacial, que apunta a elementos del sistema integral compositivo, así como las relaciones morfo-espaciales que lo definen visualmente. La Tabla 2 refiere a las categorías identificadas en relación con la dimensión de la visualización.

La visualización, como se mencionó, obtuvo un promedio de casi 9 puntos de valoración, apuntalando con ello uno de los mayores potenciales de las tecnologías inmersivas en la arqui-

tectura, es decir, ser una herramienta para ver y percibir las formas y el espacio. Entendiendo el ver, como un proceso metacognitivo que refiere comprender la espacialidad en profundidad, más allá del sentido de la vista, en la que se incluye el imaginar, pensar y recrear formas habitables en dos y tres dimensiones.

En cuanto a la dimensión de rotación espacial, esta alcanzó 8 puntos de repetición entre los participantes, caracterizada por la comprensión tridimensional de las figuras y el manejo de los elementos, señalando las rotaciones, las perspectivas y los sistemas de proyección axonométricos y ortogonales en los que se reflejaban los conceptos de paralelismo y perpendicularidad. La Tabla 3 muestra las categorías de esta dimensión, según las expresiones de los alumnos, luego de la práctica realizada.

Tabla 2. Categorías de la visualización

Categorías	Abreviatura	Descripción	Frecuencia
Visualización de las figuras	VF	Se tiene una visión completa de la figura y sus intersecciones	7
Realismo	FR	En referencia a la virtualidad como simulación de la realidad en el armado, composición y visualización de las figuras	14
Observación 2D/3D	FI	Para el entendimiento 3D, vistas, rotaciones y perspectivas	18
Interacción con objetos	IO	Permite interactuar con los objetos y transformarlos	3
Comprensión de las figuras	PC1	La facilidad para ver las partes y el conjunto integral de las formas y sus intersecciones	2

Fuente: elaboración propia (2023).

Tabla 3. Categorías de la rotación espacial

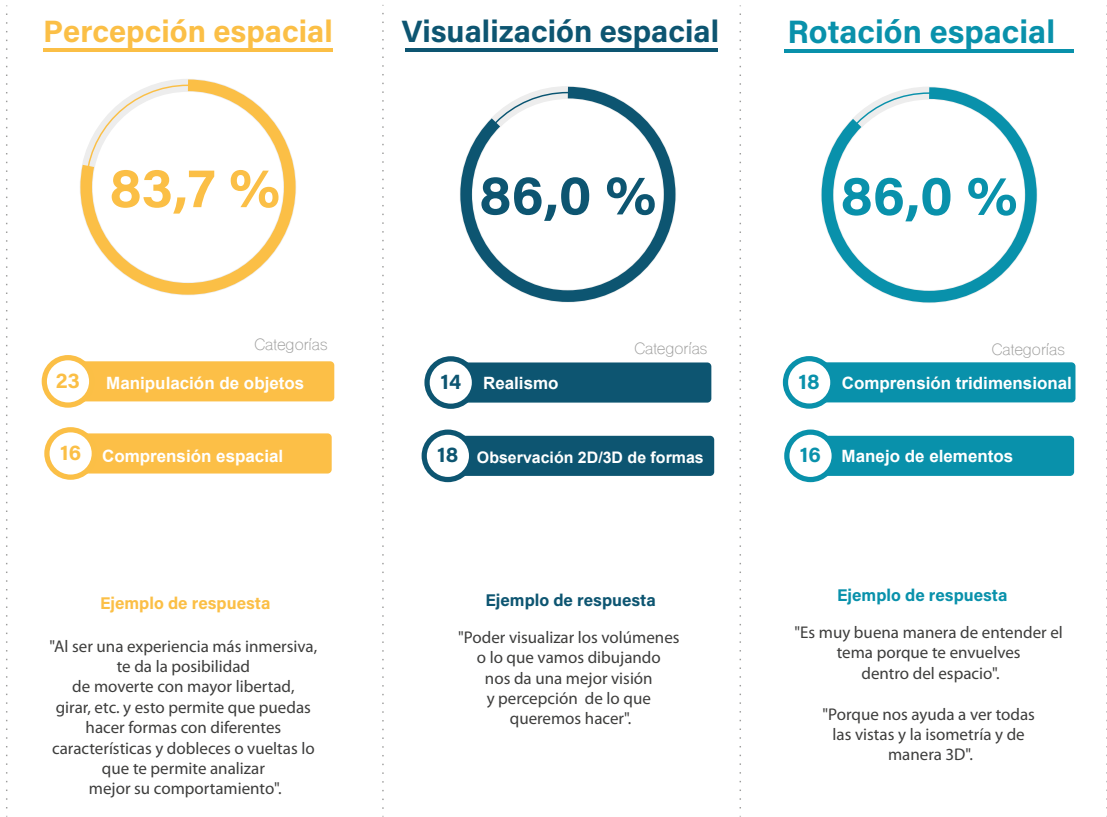
Categorías	Abreviatura	Descripción	Frecuencia
Realismo	FR	Referido al realismo de la representación asociado al render o a la veracidad de lo observado	2
Comprensión tridimensional	PC1	La facilidad para ver las partes y el conjunto integral de las formas y sus intersecciones	18
Manejo de elementos	IO	Facilidad para visualizar las composiciones volumétricas con el fin de lograr hacer modificaciones y cambios	16
Entendimiento 3D	FI	Para el entendimiento 3D de vistas, rotaciones y perspectivas	2
Visualización de las ángulos e intersecciones	VPE	Para mejorar la visión y percepción de las formas y sus ángulos	2

Fuente: elaboración propia (2023).

Con respecto al tercer objetivo sobre valorar los aportes de la realidad virtual inmersiva para la formación inicial en arquitectura, debe destacarse que en los resultados aparece de manera reiterativa la referencia a los métodos de proyección aprendidos a lo largo del curso de geometría descriptiva, en el cual fueron entrenados los estudiantes para diferenciar las diversas axonometrías.

En la Figura 4 se sintetiza toda la información señalando las dimensiones y la agrupación de las categorías para cada una de ellas, así como sus puntos de frecuencias de repeticiones, a fin de tener una visión holística de los resultados y sus implicaciones al momento de encontrar los mayores aportes de la realidad virtual en el aprendizaje de la arquitectura. Se agrega, además, un comentario extraído de las respuestas de los estudiantes como ejemplo de cada dimensión.

Figura 4. Dimensiones de las habilidades espaciales y categorías referidas en las prácticas y el entrenamiento con la realidad virtual



Fuente: elaboración propia (2023).

DISCUSIÓN

La nube de palabras elaborada a partir de las respuestas abiertas ofrece una primera aproximación al modo en que los estudiantes explican su experiencia con la realidad virtual. La palabra más utilizada fue *visualizar*, seguida por *forma*, *figura*, *espacio* y *volúmenes*; además, se apuntaron otras relacionadas con el estudio de la geometría descriptiva y los sistemas de proyección aprendidos, como fue el caso de: *vistas*, *isometrías*, *rotaciones* y *perspectivas*. En un tercer plano se observan palabras como: *ideas*, *explorar*, *diseño*, *proceso* y *comprender*. Las respuestas de los estudiantes reflejan el entendimiento y desarrollo del pensamiento gráfico entrenado con la realidad virtual y expresado por medio de términos asociados a sus conocimientos y experiencias de aprendizaje, en relación con la introducción del diseño arquitectónico y sus elementos compositivos.

Esta concentración de términos no solo confirma el vínculo entre la práctica inmersiva y el entrenamiento de las habilidades espaciales, sino que también sugiere que la realidad virtual se integra adecuadamente, en las etapas iniciales de formación, como un mediador entre los contenidos tradicionales de representación (planimetrías y sistemas de proyección) y la comprensión tridimensional del objeto arquitectónico.

Sin bien las tres dimensiones alcanzaron ponderaciones notorias, el tema de la percepción espacial requiere un punto de atención especial, pues superó en número a las otras, confirmándola como la capacidad para entender formas horizontales o verticales, mediante el movimiento (Villa, 2016), bien sea de las figuras o del propio observador que recorre visualmente la composición a fin de comprender su posición y espacialidad, en función de la morfología y la generación de cavidades que suponen las intersecciones de las partes del objeto tridimensional.

A pesar de limitarse a pocos metros de área de trabajo, la experiencia inmersiva garantiza el movimiento, la interacción y el dinamismo dentro del entorno en un ambiente controlado, de modo que pueda explorarse la tridimensionalidad de los volúmenes, articular las intersecciones de las piezas y facilitar una visión completa de la composición formal. La analogía que hacían los participantes entre la virtualidad y lo físico coincide, además, con lo que referían Azarby y Rice (2022) en su trabajo comparativo de ambas realidades.

La comprensión de objetos 2D y 3D, así como el entendimiento de las formas, fue otro punto destacado de la experiencia, que apuntaba

a la razón de ser del estudio: explorar nuevas maneras para acortar la curva de aprendizaje de lo planimétrico a lo volumétrico en alumnos que inician los estudios de arquitectura y, mediante la tecnología, abrir espacios para la creatividad en el diseño, a la par de garantizar el acercamiento técnico al estudio del espacio.

La primacía de la visión y la interacción constituye un rasgo central de la realidad virtual; en consecuencia, resulta especialmente provechoso incorporarla a la experiencia pedagógica del espacio arquitectónico, ya que variables como la altura, la anchura y la profundidad se hacen evidentes y accesibles en el entorno virtual.

En este sentido, los resultados cualitativos dialogan con las tres dimensiones definidas en el estudio mostrando cómo los estudiantes reconocen en la experiencia inmersiva oportunidades concretas para “ver mejor”, “entender el espacio” y “manipular” las formas. Estos hallazgos complementan los datos cuantitativos, en los que la mayoría de los estudiantes atribuyen a la realidad virtual un papel relevante en el desarrollo de sus habilidades espaciales y permiten interpretar la herramienta no solo como un recurso tecnológico novedoso, sino también como un dispositivo pedagógico

que reconfigura la relación entre el alumno, el objeto de diseño y el entorno tridimensional.

Las experiencias inmersivas pueden, además, ser un referente valioso para entender el concepto de lugar y recorrido, lo que implica el desenvolvimiento del usuario en un entorno digital. Esta información se asocia a la definición de la rotación espacial como la capacidad para imaginar objetos en 2D y en 3D y sus posibles movimientos y relaciones, así como las configuraciones espaciales (Villa, 2016).

Es importante señalar que, aunque en el estudio se presenten separadas y jerarquizadas, las tres dimensiones deben entenderse como un conjunto integrado, pues conforman las habilidades espaciales del pensamiento lógico-espacial y visual sobre las que se sustenta el reconocimiento de la tridimensionalidad. En este sentido, todas resultan útiles para el entrenamiento y la práctica del diseño de la forma y el espacio como contenido pedagógico en la formación académica. En consecuencia, las diferencias en las escalas de valoración de las categorías se vinculan con el uso de la virtualidad en el aprendizaje de la arquitectura, y no con una mayor relevancia cognitiva ni con una predisposición de una dimensión sobre otra.

CONCLUSIONES

Con las tecnologías inmersivas y la virtualización se ha abierto un nuevo escenario para la enseñanza y el aprendizaje de la arquitectura. El acercamiento del alumno al objeto de diseño y su tridimensionalidad, desde momentos tempranos de la formación, plantea el reto de profundizar sobre el complejo entendimiento del diseño arquitectónico profesional y técnico, lo que implica no limitarse al simplismo o facilidad de entender la virtualidad o el render como la mera producción de una imagen digital, sino como una tecnología para aprender y entrenar las habilidades espaciales.

El estudio ha explorado que la realidad virtual puede ayudar a ello, ya que se centra en la experiencia inmersiva de introducir al usuario en la forma y el espacio como elementos prioritarios del diseño arquitectónico, entendiendo en dicha experiencia el valor del lugar para ser recorrido y, por ende, vivenciado, aunque sea de manera digital, mediante dispositivos electrónicos que simulan la realidad.

Además, las habilidades espaciales como destrezas cognitivas pueden ser entrenadas y practicadas con estos dispositivos, ya que la opción de realismo que aportan las experiencias inmersivas hace comprensibles conceptos visuales como escala, proporción, paralelismo, perpendicularidad y oblicuidad, que son funda-

mentales para el acercamiento del significado y la configuración de las variables arquitectónicas de forma, espacio y función. Sin embargo, el uso de estos equipos no sustituye otros procedimientos prácticos de exploración de la habitabilidad.

El entrenamiento de las habilidades espaciales, realizado tanto de manera analógica como digital, debe ser considerado como una competencia transversal a lo largo de todo el ciclo de estudio, más allá del primer semestre.

Aunque no formó parte del objetivo central, los participantes valoraron positivamente la posibilidad de experimentar la transformación de las formas durante el proceso de diseño mediante la realidad virtual. En particular, destacaron el uso de comandos que permitían agrupar volúmenes tridimensionales y crear un primer modelo virtual para su revisión, tanto a través de los lentes Oculus como desde aplicaciones de escritorio, esta dinámica además les introducía por primera vez en la generación de maquetas digitales.

Otro aspecto por destacar de la virtualidad es la capacidad para la exploración de las formas con un juego deliberado que permite la manipulación de los elementos y los componentes en lo digital, pues estos pueden ser rotados, escalados y acoplados con fines

pedagógicos para el diseño compositivo, en los que el usuario utiliza su posición para ver y recorrer a escala real el objeto de diseño, encontrando en ello su máximo potencial como herramienta.

Las limitaciones del estudio apuntan a la necesidad de contar con mayores tiempos de entrenamiento sobre la tecnología, particularmente sobre el funcionamiento del *software* de modelado, ya que era la primera vez que los alumnos exploraban estas alternativas digitales. En consecuencia, en cierta medida

se estaban iniciando en el uso de la pantalla como medio para el conocimiento espacial del diseño arquitectónico.

También es necesario señalar que el carácter exploratorio del estudio permitió abordar el uso de la herramienta solo en el primer ciclo de formación. Por ello, resultaría interesante ampliar la experiencia a otros niveles de la carrera y realizar una comparación que permita trazar la influencia de la virtualidad en las habilidades espaciales como eje del desarrollo del pensamiento de diseño.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de la investigación: *Tecnologías inmersivas: estrategia pedagógica para la práctica del diseño*, llevada a cabo en la Universidad de Monterrey, en el Centro de Investigación de Arquitectura, en el marco de la línea de

innovación y diseño, asociada al proyecto Tecnologías inmersivas aplicadas a la arquitectura. Se agradece al equipo de EduLAB UDEM, por su acompañamiento y asesoría en las sesiones de realidad virtual.

REFERENCIAS

- Álvarez-Álvarez, J. J. (2019). Apuntes para el repensamiento de la enseñanza de la arquitectura: la cuestión epistemológica y la necesidad de una razón ampliada. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 21(2), 57-67. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.2.1917>
- Azarby, S., y Rice, A. (2022). Understanding the effects of virtual reality system usage on spatial perception: the potential impacts of immersive virtual reality on spatial design decisions. *Sustainability*, 14(16), 10326. <https://doi.org/10.3390/su141610326>
- Cabero-Almenara, J., Valencia-Ortiz, R., y Llorente-Cejudo, C. (2022). Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (23), 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>
- Cisneros, V. J., y Cabezos, B. P. (2016). La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva. El uso de las herramientas digitales y el estudio de casos reales. *Modelling in Science Education and Learning*, 6(3), 249-268. <https://doi.org/10.4995/msel.2016.4554>
- Codina, S. A., García, L. M., Romero, A. I., y Lupiáñez, G. J. (2022). Poliedros con el software de realidad virtual inmersiva NeotrieVR, una experiencia con maestros en formación. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 25(3), 1-14. <https://doi.org/10.6018/reifop.531841>
- Contreras, B. L., Trisancho O. J., y Vargas, T. L. (2013). Evaluación de factores de entorno que afectan el desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de primer semestre en Ingeniería Industrial. *Academia y Virtualidad*, 6(1), 17-32. <https://revistas.umng.edu.co/index.php/ravi/article/view/1921/1515>
- Gómez, T. H., Martin, G. J., y Valencia, A. B. (2022). Augmented reality-based training to improve spatial skills and academic performance in engineering students. *Digital Education Review*, 41, 306-322. <https://doi.org/10.1344/der.2022.41.306-322>
- Gómez-Tone, H. C. (2019). Impacto de la enseñanza de la geometría descriptiva usando archivos 3D-PDF como entrenamiento de la habilidad espacial de estudiantes de ingeniería civil en el Perú. *Formación Universitaria*, 12(1), 73-82. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000100073>
- González P. P., y Mesías L. J. (2023). La realidad virtual para la enseñanza y aprendizaje de la perspectiva en el dibujo. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (83), 188-207. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.83.2681>

- Higuera, T. J., López, T. M., Llinares, M. C., e Iñarra, A. S. (2017). El espacio digital: comparativa de las últimas técnicas de visualización arquitectónica. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 22(31), 102-111. <https://doi.org/10.4995/ega.2017.4234>
- Jiménez, B. I., y Ortiz, V. (2018). Efecto de un recurso educativo digital adaptativo en las habilidades espaciales de estudiantes de secundaria. *Revista Espacios*, 39(53), 1-7. <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-04.html>
- Lerma, G. L., Rivas, P. D., Adame, G. J., Ledezma, M. F., López De La Torre, H. A., y Ortiz, P. (2020). Realidad virtual como técnica de enseñanza en educación superior: perspectiva del usuario. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 38(1), 111-123. <https://doi.org/10.14201/et202038111123>
- Mataix, S. J., León R. C., y Reinoso, G. J. (2015). Métodos de entrenamiento de las habilidades espaciales de los estudiantes de titulaciones técnicas. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 20(26), 278-287. <https://doi.org/10.4995/ega.2015.3324>
- Rodríguez-Rodríguez, J., y Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE: Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), 125-139. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7672166>
- Simó, Á. (2019). La realidad virtual en la creación artística: conceptos, tecnologías, trayectoria y actualidad. *Arte y Políticas de Identidad*, 20, 131-146. <https://doi.org/10.6018/reapi.389521>
- Sousa, F., Regivaldo, C., Rogério, A., y Rodrigues, A. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241. <https://doi.org/10.21830/19006586.728>
- Suter, W. M. (2020). Dibujar: una herramienta para el desarrollo de habilidades espaciales. *Bitácora Arquitectura*, (42), 30-35. <https://doi.org/10.22201/fa.14058901p.2019.42.72890>
- Tristancho Ortiz, J. A., Vargas Tamayo, L. F., y Contreras Bravo, L. E. (2019). Desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de ingeniería mediante CAD especializado. *Scientia Et Technica*, 24(1), 57-66. <https://doi.org/10.22517/23447214.20261>
- Wagemann, E., y Martínez, J. (2022). Realidad Virtual (RV) inmersiva para el aprendizaje en arquitectura. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 27(44), 110-123. <https://doi.org/10.4995/ega.2022.15581>
- Yarin, Y., y Gamarra Chinchay, H. E. (2023). La realidad virtual y su efecto en la habilidad espacial: un caso de estudio enfocado en la enseñanza de la geometría descriptiva. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.540091>
- Hsu, Y-Ch. (2020). Exploring the learning motivation and effectiveness of applying virtual reality to high school mathematics. *Universal Journal of Educational Research*, 8(2), 438-444. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080214>
- Zarra, E. J. (2019). *Generación Z. La generación con derechos: cómo educar para llegar a sus mentes y a sus corazones*. Narcea Ediciones.
- Villa, S. M. (2016). *Desarrollo y evaluación de las habilidades espaciales de los estudiantes de ingeniería: actividades y estrategias de resolución de tareas espaciales* [Tesis doctoral. UPC, Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria, Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/2117/96294>

REVISTA DE ARQUITECTURA (Bogotá)

VOL. 28 No. 2

JULIO-DICIEMBRE 2026 • ISSN: 1657-0308 • E-ISSN: 2357-626X • PP. 1-173

FACULTAD DE
DISEÑO

REVISTA DE ARQUITECTURA (BOGOTÁ) VOL. 28 NRO. 2 - 2026

UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN



El español en la arquitectura latinoamericana: visibilidad científica, terminología vernácula y prácticas editoriales en revistas indexadas

Spanish in Latin American Architecture: Scientific Visibility, Vernacular Terminology, and Editorial Practices in Indexed Journals
Anna Maria Cereghino-Fedrigo · Carolina Rodríguez-Ahumada

Realidad virtual para el entrenamiento de las habilidades espaciales en el aprendizaje de la arquitectura

Virtual reality for spatial skills training in architectural learning
Raymundo Alberto Portillo Ríos

A Biomimetic Kinetic Facade Module to Enhance Building Thermoregulation: An Office Building

Módulo de fachada cinética biomimética para mejorar la termorregulación en edificios: un edificio de oficinas
Öznur Karakuş · Semra Arslan-Selçuk · Güneş Mutlu-Avinç

Rediseñando aldeas infantiles: criterios arquitectónico-paisajistas con enfoque pedagógico para el contexto peruano

Redesigning Children's Villages: Architectural and Landscape Criteria with a Pedagogical Approach for the Peruvian Context
Fiorella Margarita Mechato-Lara

Circulación de ideas y relaciones formales entre la arquitectura moderna brasileña y guayaquileña (1950-1980)

Circulation of ideas and formal relations between Brazilian and Guayaquilean modern architecture (1950-1980)
David Hidalgo-Silva · Manoela Massuchetto-Jazar

Semiótica interpretativa para la identificación de categorías de análisis en fenómenos urbanos

Interpretative semiotics for the identification of analysis categories in urban phenomena
Talia Esther Figueroa-Esquinca · Eska Elena Solano-Meneses · Carla Ángela Figueroa-Esquinca

Impacto comparativo de estrategias de diseño y de uso en el requerimiento energético de viviendas en clima cálido-húmedo

Comparative impact of design and use strategies on the energy requirements of houses in a hot-humid climate
Herminia María Alias

Paredes verdes implantadas em pátio: estratégia de resfriamento evaporativo para edificações em clima tropical

Green walls in internal courtyards: evaporative cooling strategy for buildings in tropical climate
Gabriela Kehrwald Nunes · Ivan Julio Apolonio Callejas · Luciane Cleonice Durante

Santa Cruz de Oleiros, la historia olvidada de una iglesia de Miguel Fisac

Holy Cross of Oleiros, the forgotten history of a church by Miguel Fisac
Esteban Fernández-Cobián



@REVARQUCATOLICA



REVISTADEARQUITECTURA_BOGOTA



HTTPS://WWW.MENDELEY.COM/PROFILES/REVISTA-DE-ARQUITECTURA-BOGOT/



WWW.LINKEDIN.COM/IN/REVISTA-DE-ARQUITECTURA-BOGOTÁ



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE COLOMBIA**
VIGILADA MINEDUCACIÓN

**Facultad de Diseño
Centro de Investigaciones - CIFAR**

Universidad Católica de Colombia
(2026, julio-diciembre).
Revista de Arquitectura (Bogotá), 28(2),
1-188. DOI: 10.14718
ISSN: 1657-0308
E-ISSN: 2357-626X

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
COLOMBIA**

Presidente
Francisco José Gómez Ortiz

Vicepresidente - Rector
Francisco José Gómez Ortiz

Vicerrector Administrativo
Edgar Gómez Ortiz

Vicerrector Académico
Gabriel José Angulo Linero

Vicerrector de Talento Humano
Ricardo López Blum

Director de investigaciones
Edwin Daniel Durán Gaviria

Director Editorial
Carlos Arturo Arias Sanabria

FACULTAD DE DISEÑO

Decano
PhD. Arq. Carlos Eduardo Hernández
Rodríguez

**Dirección de Centro de
Investigación**
Cristian David Mayorga Robayo

Director programa de Arquitectura
Cesar Andrés Eligio-Triana

Coordinación de Docencia
Sarah Simarra Montalvo

**Comité asesor externo Facultad de
Diseño**
Antonio Castañeda Buraglia
Germán Téllez García
Samuel Ricardo Velez
Oscar Posada Correa

**REVISTA DE
ARQUITECTURA
(Bogotá)**

Portada:
Título de la imagen:
The Tip of Nordø
Autor: Patricio Orlando
Atribución ©
Realizada el 02/05/2024

Director
PhD. Arq. Carlos Eduardo Hernández
Rodríguez
Decano Facultad de Diseño
Universidad Católica de Colombia

Editora en Jefe
Anna Maria Cereghino-Fedrigio
<https://orcid.org/0000-0002-0082-1955>

Editores Académicos
Carolina Rodríguez-Ahumada
<https://orcid.org/0000-0002-3360-1465>

Pilar Suescún Monroy
<https://orcid.org/0000-0002-4420-5775>

Flor Adriana Pedraza Pacheco
<https://orcid.org/0000-0002-8073-0278>

Mariana Ospina Ortiz
<https://orcid.org/0000-0002-4736-6662>

Director Editorial
Carlos Arturo Arias Sanabria
Universidad Católica de Colombia

Apoyo editorial
María Paula Méndez R.
Universidad Católica de Colombia

Coordinador editorial
Fabián Andrés Gullavan Vera
Universidad Católica de Colombia

Diseño, montaje y diagramación
Daniela Martínez Díaz

Divulgación y distribución
Anna Maria Cereghino-Fedrigio

CONTACTO

Dirección postal

Avenida Caracas N° 46-72
Universidad Católica de Colombia
Bogotá D. C., (Colombia)
Código postal: 111311

Facultad de Diseño

Centro de Investigaciones (CIFAR)
Sede El Claustro, Bloque "L", 4 piso
Diag. 46A No. 15b-10
Editora: Anna Maria Cereghino-Fedrigo

Teléfonos

+57 (601) 327 73 00 - 327 73 33
Ext. 3109; 3112 o 5146
Fax: +57 (601) 285 88 95

Correo electrónico

revistodearquitectura@ucatolica.edu.co
cifar@ucatolica.edu.co

Página WEB

www.ucatolica.edu.co

Vínculo revistas científicas

<http://publicaciones.ucatolica.edu.co/revistas-cientificas>
<https://revistodearquitectura.ucatolica.edu.co/>



Impresión

Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.
Bogotá D. C., Colombia
abril de 2024

Especificaciones

Formato: 34 x 24 cm
Papel: Mate 115 g
Tintas: Policromía