

# Tecnología y Arquitectura: Impacto de la Inteligencia Artificial

## Inteligencia y Realidad Virtual en la Percepción de Diseño arquitectónico

Jhanella Katheryn Cañari Rodríguez\* , Jeraldín Briguit Arzapalo Yali,  
Vladimir Simón Montoya Torres

Faculty of Engineering, Universidad Continental, Perú

Recibido el 21 de mayo de 2024; Revisado el 22 de noviembre de 2024; Aceptado el 23 de diciembre de 2024

Cite este artículo en los siguientes estilos de citación

(a): [1] Jhanella Katheryn Cañari Rodríguez, Jeraldín Briguit Arzapalo Yali, Vladimir Simón Montoya Torres "Tecnología y Arquitectura: Impacto de la Inteligencia Artificial y la Realidad Virtual en la Percepción del Diseño Arquitectónico", Ingeniería Civil y Arquitectura, Vol. 13, No. 1, pp. 637 - 652, 2025. DOI: 10.13189/cea.2025.130140.

(b): Jhanella Katheryn Cañari Rodríguez, Geraldín Briguit Arzapalo Yali, Vladimir Simón Montoya Torres (2025). Tecnología y Arquitectura: Impacto de la Inteligencia Artificial y la Realidad Virtual en la Percepción del Diseño Arquitectónico. Ingeniería Civil y Arquitectura, 13(1), 637-652. DOI: 10.13189/cea.2025.130140.

Copyright©2025 de los autores, todos los derechos reservados. Los autores aceptan que este artículo permanezca en acceso abierto permanente bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

**Resumen** La búsqueda de innovación en arquitectura con nuevas tecnologías se centra en la convergencia entre la inteligencia artificial (IA) y la realidad virtual (RV) en el campo del diseño arquitectónico, considerando la percepción y la sensación de los espacios virtuales en el plano de las decisiones de los arquitectos en el proceso de diseño. El estudio tiene como objetivo evaluar el nivel de percepción, realismo y sensación experimentados por personajes sensoriales inmersos en espacios virtuales arquitectónicos diseñados a través de la combinación tecnológica comparativa en un entorno 2D. Se utilizó una metodología experimental basada en un diagnóstico según los principios de la neuroarquitectura, identificando las consideraciones relacionadas con los personajes sensoriales, seguida de la generación gramatical del aviso para obtener imágenes 2D a través de IA, las cuales fueron recreadas en modelos 3D a través de Oculus Quest 2. Se plantearon preguntas específicas que examinan las sensaciones, la percepción y el realismo en los espacios creados por Inteligencia Artificial, en colaboración con la plataforma de virtualización virtual. El análisis comparativo entre las sensaciones anticipadas por el diseñador, las experimentadas en el espacio virtual y la visualización 2D tuvo un impacto favorable en la percepción y la sensación del espacio virtual diseñado utilizando generadores de imágenes. Se propone una perspectiva innovadora para la toma de decisiones en el diseño arquitectónico, concluyendo que la integración de generadores de imágenes de inteligencia artificial con VR sugiere un potencial significativo para la aplicación de esta.

La sinergia tecnológica en el ámbito arquitectónico ofrece nuevas oportunidades para la aplicación práctica de estas tecnologías en el ámbito laboral. Estas conclusiones contribuyen a comprender cómo estas tecnologías pueden utilizarse en el proceso de diseño para mejorar la calidad de los espacios arquitectónicos y capacitar a los futuros arquitectos en nuevas tecnologías.

Palabras clave Inteligencia Artificial, Realidad Virtual, Arquitectura sensorial, arquitectura, neuroarquitectura

### 1. Introducción

Tras el avance de la tecnología en los últimos años, considerando su innovación, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) percibe en la IA un posible acelerador de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) al facilitar la colaboración entre gobiernos, sociedades y la ONU a través de respuestas efectivas y predictivas, lo que favorece a las economías en desarrollo y el acceso a nuevos mercados [1].

Sin embargo, se genera una nueva disparidad digital entre los profesionales de los países avanzados para obtener los beneficios que brindan las tecnologías innovadoras [2]. De igual forma, la ONU en Colombia experimentó con la realidad virtual (RV) para evocar emociones realistas y explorar cómo

## 638 Tecnología y Arquitectura: Impacto de la Inteligencia Artificial y la Realidad Virtual en la Percepción del Diseño Arquitectónico

Las tecnologías emergentes pueden contribuir a las visiones sociales. Considerando las experiencias y perspectivas de la ONU, las tecnologías emergentes tienen la capacidad de mejorar el ODS 11, relativo a ciudades y comunidades sostenibles, al abordar eficazmente los desafíos urbanos. Las tecnologías innovadoras pueden abordar los desafíos urbanos eficazmente mediante la aplicación de talleres colaborativos que emplean las herramientas visuales adquiridas por las tecnologías innovadoras [3]. De igual manera, la gestión de proyectos también reduce el consumo de recursos. El ODS 4, centrado en la calidad educativa, minimiza las brechas digitales existentes entre los futuros arquitectos en términos digitales.

En relación con el campo de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC), esta impacta el bienestar social y el crecimiento económico global, que representa el 6% del PIB mundial [4]. En consecuencia, se establecen objetivos en los ODS para infraestructura sostenible y procesos de urbanización innovadores e inteligentes. En colaboración con tecnologías emergentes que promueven la automatización y la adaptabilidad en diversas circunstancias, estas se utilizan desde la conceptualización hasta la gestión del mantenimiento, con la capacidad de abarcar todo el ciclo de vida del edificio. La toma de decisiones comienza en la conceptualización del diseño mediante Inteligencia Artificial (IA), seguida de la visualización espacial previa con Realidad Virtual (RV) en el anteproyecto, y la gestión del proceso del proyecto mediante la metodología de modelado de información de construcción (BIM). La automatización de materiales mediante aprendizaje automático permite la predicción de las propiedades de los materiales, la simulación del diseño estructural realizada por Gemelos Digitales (GT) para la resistencia y el rendimiento estructural. La impresión 3D se utiliza para el ensamblaje de sistemas modulares, el procesamiento de datos de construcción para optimizar la operatividad y el análisis completo de las necesidades del usuario, así como la simulación con realidad aumentada (RA) en la obra. Con el propósito de realizar proyectos efectivos, reducir retrasos, sobrecostos y optimizar la productividad y precisión del entorno construido [5], la

La transición de la industria 4.0 a la industria 5.0 tiene como objetivo agregar valor a la digitalización integrando la inteligencia humana con las máquinas autónomas, priorizando la sostenibilidad y la eficiencia de los procesos [6].

Sin embargo, con los beneficios de la industria 5.0, no solo destaca la tecnología aplicada, sino que la arquitectura comienza a diseñar entornos que promueven el bienestar humano en cuatro dimensiones: física, intelectual, emocional y social, allanando el camino para la neuroarquitectura que desarrolla pautas para su implementación en el diseño arquitectónico [7]. Existe un enfoque que considera las interacciones y conexiones multisensoriales para maximizar el potencial del diseño arquitectónico en la promoción del desarrollo social, cognitivo y emocional humano, mejorando la calidad de los espacios arquitectónicos [8].

Para lograr la excelencia en los espacios arquitectónicos, es imperativo desarrollar conceptos exhaustivos que se basen en las necesidades, requerimientos y experiencias del cliente. Se contempla una alianza con la inteligencia artificial (IA),

La inteligencia artificial se define como la emulación de procesos de inteligencia humana por parte de máquinas, especialmente sistemas informáticos, y se aplica en diversos campos, como el procesamiento de imágenes y el lenguaje natural, entre otros [9]. Al aplicar la inteligencia artificial, se emplean métodos como la computación evolutiva para generar imágenes arquitectónicas innovadoras y estéticamente eficientes, que constituyen las primeras decisiones en la conceptualización y pueden influir en el rendimiento y el coste del proyecto. Además, los algoritmos genéticos generan la forma de un edificio o sus fachadas mediante la aplicación de interfaces que permiten soluciones iniciales en el entorno CAD [9].

Al compartir estos nuevos objetivos de construir edificios sostenibles y duraderos, estudios de renombre como Zaha Hadid Analytics + Insights, Foster + Partners, HOK y NBBJ han implementado equipos internos especializados en inteligencia artificial para optimizar la toma de decisiones en la conceptualización del diseño, generando múltiples opciones de forma automática [10]. La incorporación de generadores de imágenes está empezando a redefinir el proceso de diseño. La capacidad de la Inteligencia Artificial como ChatGPT para crear párrafos conceptualizados con datos obtenidos por las solicitudes del diseñador, que posteriormente son procesados por una IA generadora de imágenes, como MindJourney, para convertirlos en imágenes visuales, acelera el desarrollo de la conceptualización. La toma de decisiones y la interacción entre arquitectos y clientes se vuelven más efectivas. Sin embargo, la falta de consideración de las normativas de construcción representa información compleja para la Inteligencia Artificial, por lo que el diseñador debe modificar el diseño creado por la IA para cumplir con las disposiciones regulatorias [11].

La realidad virtual (RV) también contribuye al diseño arquitectónico al mitigar la necesidad de repetir el trabajo de diseño. Según David Panya [12], existen tres ejes principales: rediseño, flujo de información y entrega. Esta metodología BIM interactiva se complementa con la realidad virtual (RV) para facilitar la participación activa del cliente de forma remota. Asimismo, la Red Urbana apoya la participación ciudadana en la planificación urbana de su comunidad, lo que promueve resultados más efectivos [13].

Un aspecto importante a tener en cuenta sobre la realidad virtual (RV) es el realismo; las múltiples opciones de visualización son capaces de simular entornos altamente realistas, influyendo en la experiencia emocional y la percepción del entorno. Esto demuestra que puede contribuir al proceso de diseño inclusivo al mejorar la comprensión del arquitecto sobre el comportamiento del usuario en el entorno espacial [14]. Sin embargo, el estrés cognitivo impacta en el desempeño del profesional, según el estudio de Mohamed Umair [15]. Según este estudio, el entorno virtual contribuye a mejorar el rendimiento laboral al aumentar la comprensión del entorno, la percepción de la dimensión y la espacialidad, facilitando la comprensión de aspectos esenciales del diseño arquitectónico, como las medidas, la materialidad y la proporción, lo que contribuye a [16]. Resultados con espacios más humanos.

Adaptadas a las necesidades cambiantes del usuario, resaltan la importancia de la formación de los futuros arquitectos en el manejo de nuevas tecnologías y enfoques que promuevan el bienestar humano desde una perspectiva cognitiva y sensorial [17].

Considerando las oportunidades de las nuevas tecnologías en el campo de la arquitectura, es evidente que la convergencia entre la Inteligencia Artificial y el Desempeño en el diseño arquitectónico puede ayudar a los arquitectos a tomar decisiones de manera más efectiva debido a su percepción y comprensión del espacio arquitectónico, diseñando diseños de excelencia espacial.

## 2. Reseña literaria

### 2.1. Estudio previo

Se ha utilizado el análisis de la convergencia entre la Inteligencia Artificial y la Virtualización en el diseño arquitectónico para evaluar la percepción, el realismo y las sensaciones en espacios virtuales. A pesar de la ausencia de una herramienta específica para medir las sensaciones, se ha considerado información previa de diversas investigaciones.

Durante las etapas iniciales de la construcción de modelos arquitectónicos, R. d. Klerk et al. [18] han realizado estudios sobre el potencial del sistema de RV para mejorar su diseño. La combinación de exploración en tiempo real e inmersiva permite explorar construcciones espaciales, facilitando el proceso creativo en las primeras etapas del diseño y sentando las bases del trabajo contextual de ME. Portman, A. Natapov y D.

Fisher-Gewirtzman [13]. Se presentan las oportunidades y los desafíos actuales, examinando el uso de entornos de realidad virtual (RV) como herramienta de docencia e investigación en arquitectura, paisajismo y planificación ambiental, y sus impactos y contribuciones en cada una de estas disciplinas.

Se destaca la capacidad de la RV para representar realidades inaccesibles y se analiza la necesidad de alcanzar diversos niveles de precisión en entornos virtuales, donde la RV se utiliza en este campo con fines específicos. Se ha realizado una revisión bibliográfica exhaustiva que recopila datos de casos prácticos o ejemplos prácticos que demuestran el uso eficaz de la RV en estas disciplinas, creando un marco para evaluar la validez general de los diseños arquitectónicos.

Según H. Li, Q et al. [19], la integración de redes neuronales e inteligencia artificial en el diseño arquitectónico

Combina algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial para generar, analizar y optimizar diseños. Esto incluye el desarrollo de formas innovadoras, el análisis de eficiencia energética, la optimización del espacio, la simulación del comportamiento humano y el diseño asistido por inteligencia artificial. Esta investigación desarrolla un modelo auxiliar basado en inteligencia artificial (IA) que mejora la fiabilidad de nuestros resultados. Mediante el uso de inteligencia artificial en proyectos arquitectónicos, se garantiza la conformidad con las características tridimensionales del espacio, basándose en el análisis de la función y la estructura general del diseño. Esto se logra mediante el procesamiento de fuentes de datos, lo que permite una evaluación precisa y objetiva del diseño arquitectónico, además del precedente del trabajo contextual de Hugo C et al. [16].

Se detallan las dificultades y desafíos actuales en la investigación de cómo los estudiantes adquieren y comprenden el espacio arquitectónico a través de los sentidos y las emociones que influyen en las formas, colores y materiales de diseño.

Se observa una diferencia significativa en la optimización de la rotación mental, la visualización, la orientación y la percepción espacial. Se puede afirmar que el grupo experimental obtuvo mayores beneficios en las mediciones; estos resultados nos ayudan a comprender mejor la importancia de la RV en la percepción y la sensación.

## 3. Metodología

Según estudios previos, la creación de imágenes a través de textos contribuye a que el diseño arquitectónico sea intuitivo y rápido al inicio.

El propósito principal de esta investigación fue examinar la experiencia sensorial en un entorno virtual (ver Tabla 1), examinando específicamente tres aspectos fundamentales.

1. Nivel de percepción: Los usuarios perciben e interpretan los estímulos visuales y auditivos en el entorno virtual de la misma manera que los usuarios perciben e interpretan los estímulos visuales y auditivos en el entorno virtual.

2. Sensación: Los usuarios experimentan emociones y sensaciones en respuesta al entorno virtual, de modo que los usuarios experimentan emociones y sensaciones en respuesta al entorno virtual.

3. Realismo: Los usuarios perciben la autenticidad y verosimilitud del entorno virtual de la misma manera que perciben la autenticidad y verosimilitud del entorno virtual.

Para lograr este objetivo se utiliza la siguiente metodología: Se implementaron las etapas:

Tabla 1. Tabla metodológica

ETAPAS	ELEMENTOS	REFERENCIAS
DIAGNÓSTICO	Se realizó un análisis basado en neuroarquitectura para identificar y comprender la interacción sensorial de los personajes y los patrones de comportamiento en entornos virtuales. Este análisis se centró en evaluar cómo el diseño de los espacios virtuales influye en la experiencia sensorial, la percepción y el comportamiento del usuario.	VT Vijayan y MR Embi mencionan que al aplicar principios de neuroarquitectura, buscaron comprender cómo se podría optimizar el diseño de espacios virtuales para mejorar la experiencia del usuario y promover patrones de comportamiento positivos [20].
GENERACIÓN PROMPTS	Se generaron PROMPTS gramaticales para describir imágenes arquitectónicas, lo que permitió la creación de un lenguaje común para la generación de imágenes.	La generación de PROMPT es una técnica eficaz en diseño, según V. Paananen y otros, ya que optimiza la claridad, la eficiencia, la creatividad, la consistencia y la colaboración en el proceso de diseño [21].
IMAGEN GENERACIÓN	Se utilizaron herramientas de inteligencia artificial, como Lexica, Imcreator y Open Art IA, para transformar descripciones textuales en imágenes de espacios arquitectónicos, facilitando la visualización y comunicación de ideas.	SY Jang y SA Kim demostraron que la inteligencia artificial se puede utilizar para generar representaciones visuales detalladas a partir de textos descriptivos, lo que facilita la comprensión y transmisión de conceptos en el campo de la arquitectura [22].
DISEÑO MODELADO	Utilizando imágenes generadas por inteligencia artificial (IA), se diseñaron diseños arquitectónicos innovadores y posteriormente se modelaron en 3D para una visualización detallada. Esta combinación de Las tecnologías permitieron explorar nuevas formas y estructuras arquitectónicas de manera eficiente y precisa.	HG, Tone et al. exploraron cómo las imágenes de IA se inspiraron en diseños arquitectónicos innovadores. Luego, las refinaron con modelos 3D para crear más detalles. Esta combinación de La inteligencia artificial y el modelado 3D revolucionaron la visualización y el diseño de espacios arquitectónicos, ofreciendo nuevas posibilidades [16].
VISUALIZACIÓN	La visualización de edificios arquitectónicos en un entorno virtual utilizando Oculus Quest 2 permitió una evaluación inmersiva de la percepción y sensación del usuario, proporcionando una experiencia realista y detallada que simulaba la interacción con el espacio físico.	Gracias a la tecnología de H. G. Tone, durante el análisis del diseño 3D, pudieron explorar la iluminación, las texturas y los materiales, simular el flujo de personas e identificar posibles problemas de diseño y funcionalidad, lo que les proporcionó una comprensión más detallada [16].
ANÁLISIS	Para comprender el comportamiento del usuario en el Entorno inmersivo, se realizó un análisis exhaustivo utilizando métodos cuantitativos y cualitativos. Se desarrollaron encuestas específicas para recopilar datos valiosos sobre la interacción del usuario con... el medio ambiente, lo que permite una mayor comprensión de sus patrones de comportamiento y percepciones.	D. Paes, J. Irrizary y D. Pujoni analizaron el comportamiento inmersivo mediante un enfoque multidisciplinario. Los resultados proporcionaron una comprensión profunda de las interacciones y percepciones de los usuarios [23].

Desde una perspectiva neuroarquitectónica, examinamos la influencia del diseño espacial en nuestra experiencia humana. Este enfoque multidisciplinario revela cómo los entornos construidos moldean nuestras percepciones, emociones y comportamientos [24], brindándonos oportunidades para crear entornos que fomentan el bienestar. A continuación, se presentan los principios clave que rigen estas interacciones.

A partir del análisis de cómo la arquitectura influye en la percepción y sensaciones del individuo [29], se presenta una obra literaria

Se revisó los cinco principios de la neuroarquitectura, estableciéndolos como pilares fundamentales para el diseño de los módulos (véase la Tabla 2). En el diseño de los módulos, se creó un marco conceptual sólido que se ajusta a las necesidades del diseñador en cuanto a la percepción y la sensación esperadas en cada espacio. Se combinaron diferentes principios con materiales, texturas y sensaciones (véase la Tabla 3).

Tabla 2. Análisis de datos de neuroarquitectura

ELEMENTOS	PERCEPCIÓN	REFERENCIAS
ILUMINACIÓN	Alto	La iluminación ayuda a sentirse bien y cómodo, lo que ayuda a combatir el estrés, la fatiga, la depresión y la apatía [25].
	Medio	
	Bajo	
	Natural	
COLOR	Frio	Los colores tienen la capacidad de evocar respuestas psicológicas y fisiológicas en los individuos; su correcta aplicación en los ambientes puede tener un impacto significativo en la salud mental y emocional de los individuos [26]
	Cálido	
	Negro	
	Blanco	
FORMA	Espacios amplios	La distribución temporal en los entornos promueve la concentración y la claridad mental. En lugares donde nuestros sentidos no se ven abrumados por muros estrechos, nuestra mente encuentra el descanso necesario [27].
	espacios confinados	
	Espacios con bordes afilados	
	Espacios con curvas suaves	
ALTURA	Alto	Según estudios científicos, la altura del techo influye significativamente en la concentración y la actividad de las personas. Los techos altos favorecen las tareas más creativas, mientras que los techos bajos favorecen el trabajo más rutinario [7].
	Bajo	
BIOFILIA	Vegetación	La sensación de confinamiento genera ansiedad y disminuye la productividad de quienes se encuentran en estas zonas. Las áreas verdes ayudan a estimular la mente, la concentración y promueven la calma [28].

Con el fin de continuar la investigación y obtener los resultados Para la creación de imágenes mediante Inteligencia Artificial, se utilizó el método de texto a imagen [30], basado en el análisis teórico del texto previo (véase la Tabla 3). Se generaron alrededor de 20 códigos gramaticales denominados "instrucciones", que son las palabras que utilizamos para indicar a la Inteligencia Artificial lo que deseamos [21]. Tras un exhaustivo trabajo, se determinó que el siguiente código era adecuado para lograr los resultados deseados: Interior arquitectónico sensorial, alta iluminación, color blanco, espacio cuadrangular reducido, con altura, sin vegetación, material de hormigón, cerámica y metal, textura rugosa, fotografía tomada desde lejos, vista frontal, fotografía de producto, renderizado de Unreal Engine, renderizado de Houdini, renderizado de Cinema 4D, renderizado cinematográfico, ultradetallado, microdetallado, intrincado detallado::6, isométrico de 45 grados, fotorrealista, hiperrealista, reflectante, estresante, severo, agresivo.

Luego, decidimos experimentar con Lexica, Imgcreator y OpenArt, IAs especializadas en generación de imágenes, obteniendo una variedad de opciones que fueron analizadas y seleccionadas de acuerdo a lo requerido [31].

Continuamos nuestro progreso hacia la materialización, seleccionando una alternativa entre las imágenes generadas por Inteligencia Artificial. Con el objetivo de materializar del 2D al espacio tridimensional, se utilizan plataformas de modelado de vanguardia como Revit, SketchUp y Rhinoceros (véase la Tabla 4). Al crear el entorno virtual,

Se evaluaron cuidadosamente las opciones disponibles, seleccionando finalmente **Twinmotion para una inmersión completa y Lumion para capturar vistas panorámicas**. La selección concluyente de Twinmotion como método de visualización (ver Tabla 5), acompañado de la plataforma experimental —un sistema Windows 10 con 32 GB de RAM y 24 GB de VRAM, compatible con el dispositivo de realidad virtual Oculus Quest 2— fue el resultado de una cuidadosa deliberación. Este procedimiento se llevó a cabo con el fin de evaluar con precisión la percepción y sensaciones del usuario final, con el fin de modelar la imagen generada por Inteligencia Artificial en un entorno tridimensional. Este proceso permite determinar si un diseño arquitectónico puede basarse en la imagen conceptual generada por inteligencia artificial, asegurando que sea consistente con la percepción y sensaciones experimentadas por un individuo en un entorno virtual, así como la capacidad de movilidad y realismo [16], aunque el proceso de modelado 3D puede requerir una pérdida parcial de detalles visuales. Se busca que, en comparación con la imagen 2D original, la representación tridimensional sea lo más fiel posible a la imagen generada por inteligencia artificial, lo que permite una evaluación más realista del impacto sensorial y perceptual en los usuarios. Este enfoque estratégico busca sumergir al usuario en una experiencia sensorial enriquecedora, donde cada aspecto arquitectónico se transforma y despierta emociones palpables [32].

Tabla 3. Descripción textual de los módulos

ELEMENTOS		IM01	IM02	IM03	IM04	IM05
ILUMINACIÓN	Alto					
	Medio					
	Bajo					
	Natural					
COLOR	Frio					
	Cálido					
	Negro					
	Blanco					
FORMA	Espacios amplios					
	espacios confinados					
	Espacios con bordes afilados					
	Espacios con curvas suaves					
ALTURA	Alto					
	Bajo					
BIÓFILIA	Vegetación					
MATERIALES		Concreto Cerámica	Pintar Vaso	Madera Vaso	Concreto Pintar	Madera Vaso
TEXTURA		Bruto	Bruto	Seco	Duro	Amable
SENSACIONES		Inseguridad Estrés	Seguridad Tranquilidad	Productividad Relajación	Miedo Ansiedad	Seguridad Energía

Tabla 4. Imágenes según la IA resultante






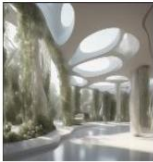
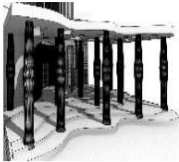


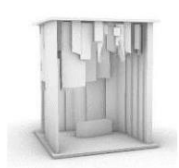




MÓDULO	IMAGEN
M 01	
M 02	
M 03	
M 04	
M 05	

Tabla 5. Imágenes recreadas en el entorno virtual. (hipervínculo en la columna de imágenes de VR)

Maryland	2D	3D	realidad virtual
M01			
M02			



Tabla 5 continuación

M03			
M04			
M05			

Este estudio experimental involucró a 53 participantes. Se decidió llevarlo a cabo en 2 etapas: en la primera, se visualizaron imágenes generadas por inteligencia artificial de uno de los cinco módulos y se completó una encuesta de 12 preguntas. Los 32 profesionales de diversas disciplinas participaron en una segunda etapa, dividida en arquitectos y otras carreras. La segunda etapa se centra en la experimentación inmersiva mediante el uso de Oculus Quest 2 para la visualización de los módulos desarrollados en 3D durante un período de 10 minutos [33] (ver Figura 1). Posteriormente, se realiza una encuesta digital de 16 preguntas. El propósito de ambas encuestas fue comprender la percepción, las sensaciones y el realismo del usuario final en relación con el diseño arquitectónico, así como el desarrollo del conocimiento tácito en la toma de decisiones de los profesionales de la arquitectura [34].



Figura 1. Imágenes de experimentación

4. Resultados

A continuación se presentan los resultados de la encuesta sobre realismo, percepción y sensación, realizada en dos etapas con 53 participantes. La Figura 2 muestra el resultado de las perspectivas considerando características importantes.

Se evaluaron las diferentes perspectivas que tienen los personajes sensoriales con respecto a la percepción del realismo en espacios virtuales. Las perspectivas de los personajes inmersos en la arquitectura enfatizan aspectos como la luz, la sombra y los materiales, mientras que para otros profesionales la visualización 360 es importante (ver Figura 2). Teniendo en cuenta las perspectivas dadas, obtenemos resultados de los estudiantes: su percepción del realismo en el espacio virtual está en un nivel moderadamente realista en los tres aspectos (ver Figura 3). Nos da una comprensión profunda de cómo el realismo en los espacios virtuales es percibido por diferentes grupos de personas, destacando la importancia de considerar múltiples aspectos para las decisiones de diseño arquitectónico para crear entornos virtuales inmersivos y atractivos [35].

Asimismo, el nivel de realismo dependerá del programa y el visor utilizado para I



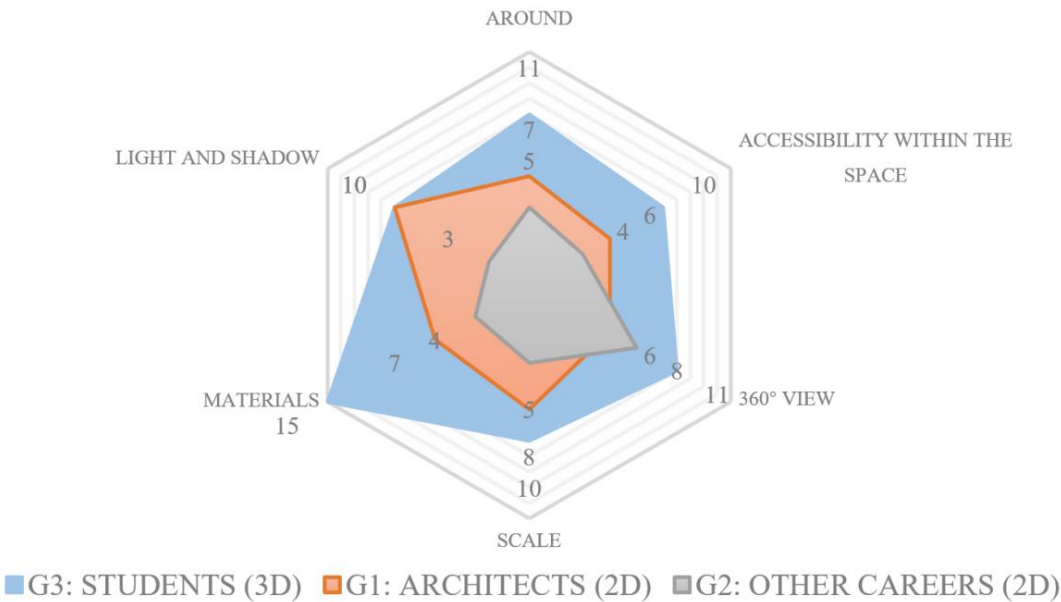


Figura 2. Resultado de las perspectivas considerando características importantes de realismo dentro del espacio según el usuario

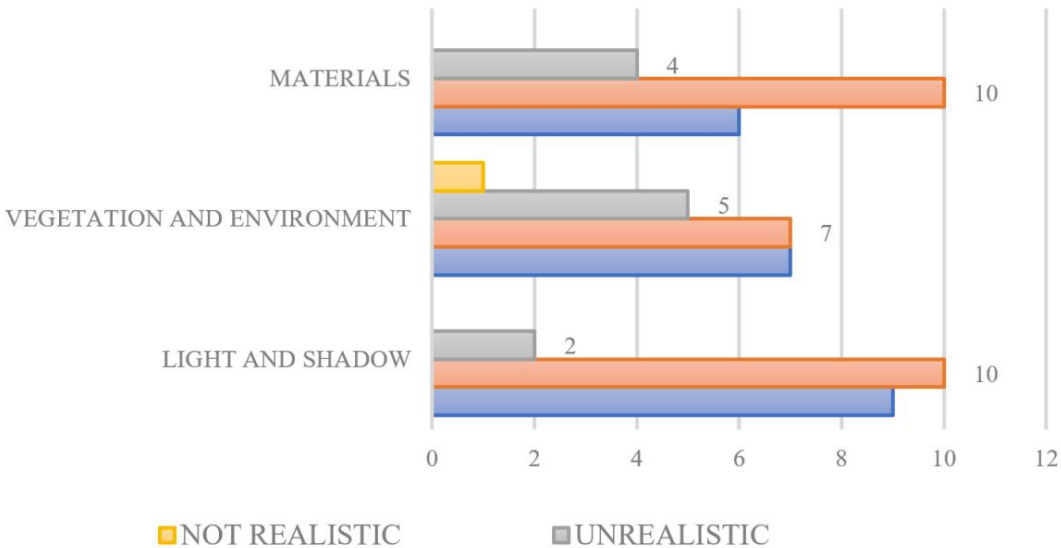


Figura 3. Resultado del nivel de realismo por categoría en el espacio inmersivo

Aproximadamente solo el 14 % considera que el funcionamiento de Oculus Quest 2 es fácil de entender para movilizarse y visualizarse en el espacio (véase la Figura 4). Según los resultados, se necesita una mejor usabilidad y una mejor experiencia de usuario para una navegación más intuitiva con Oculus Quest 2 en espacios virtuales. Además, se revela el impacto significativo que la IA y la RV tienen en la percepción del diseño arquitectónico.

La comparación entre la realidad virtual (véase la Tabla 5) y las imágenes 2D generadas por inteligencia artificial (véase la Tabla 4) revela diferencias en la interpretación del diseño entre grupos de arquitectos y otros profesionales. En el módulo 2, el diseñador busca las siguientes características: iluminación media, formas curvas en el espacio, una paleta de tonos fríos, baja altura y vegetación (véase la Tabla 3). Los resultados revelan...

Diferencia entre las percepciones de arquitectos y otros profesionales respecto a la altura y la forma del espacio en visualización 2D, mientras que la experiencia inmersiva se ajusta a los requerimientos del diseñador (ver Figura 5). Los resultados del Módulo 1 son totalmente diferentes, diseñado con las siguientes características: paleta de color blanco, gran altura, alta iluminación, formas espaciales reducidas y ausencia de vegetación (ver Tabla 3). Esto ilustra la discrepancia en la interpretación espacial entre los grupos que experimentaron realidad virtual (ver Tabla 5) y aquellos que observaron imágenes 2D generadas por Inteligencia Artificial (ver Tabla 4), con mayor precisión en la comprensión del entorno virtual [23] respecto a la iluminación [36] y la forma del espacio (ver Figura 6).

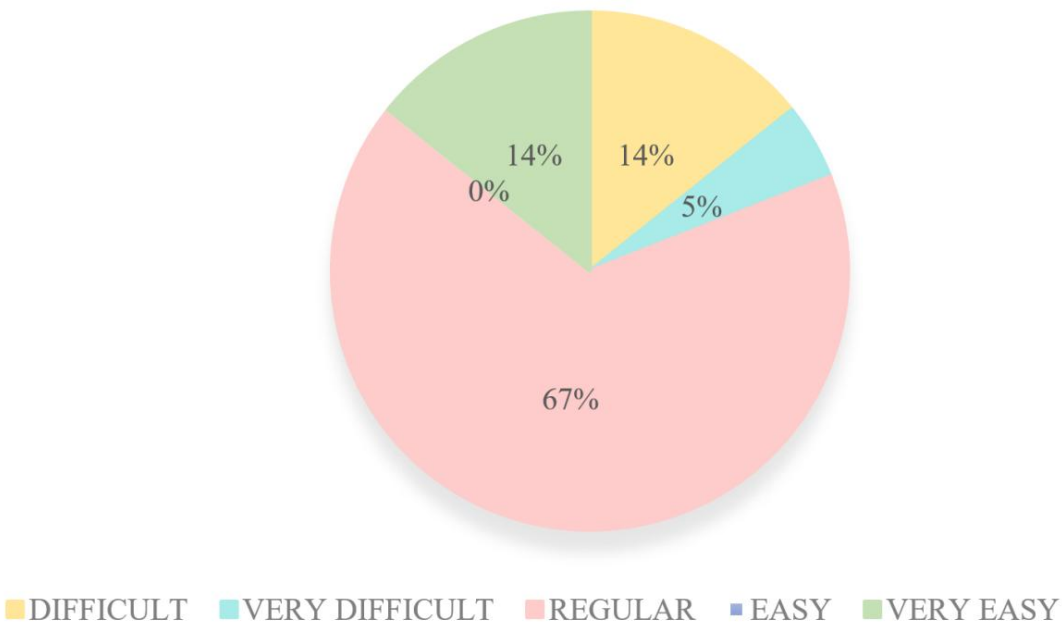


Figura 4. Resultado del nivel de navegación dentro del espacio virtual por parte de los encuestados

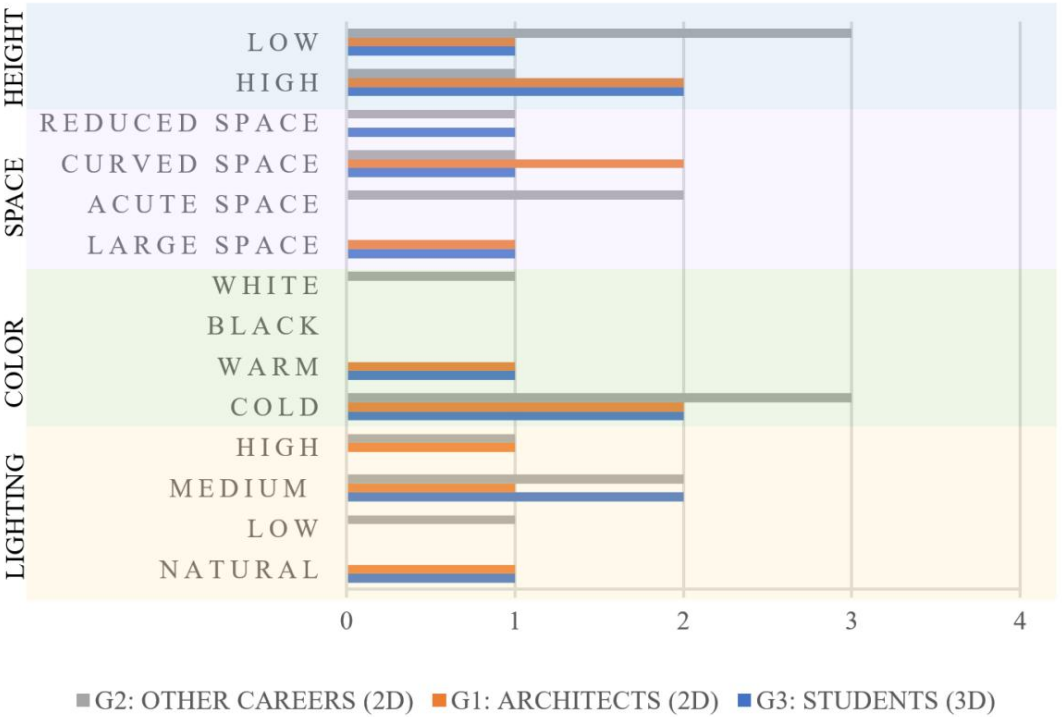


Figura 5. Resultado del nivel de percepción de los usuarios en el Módulo 2

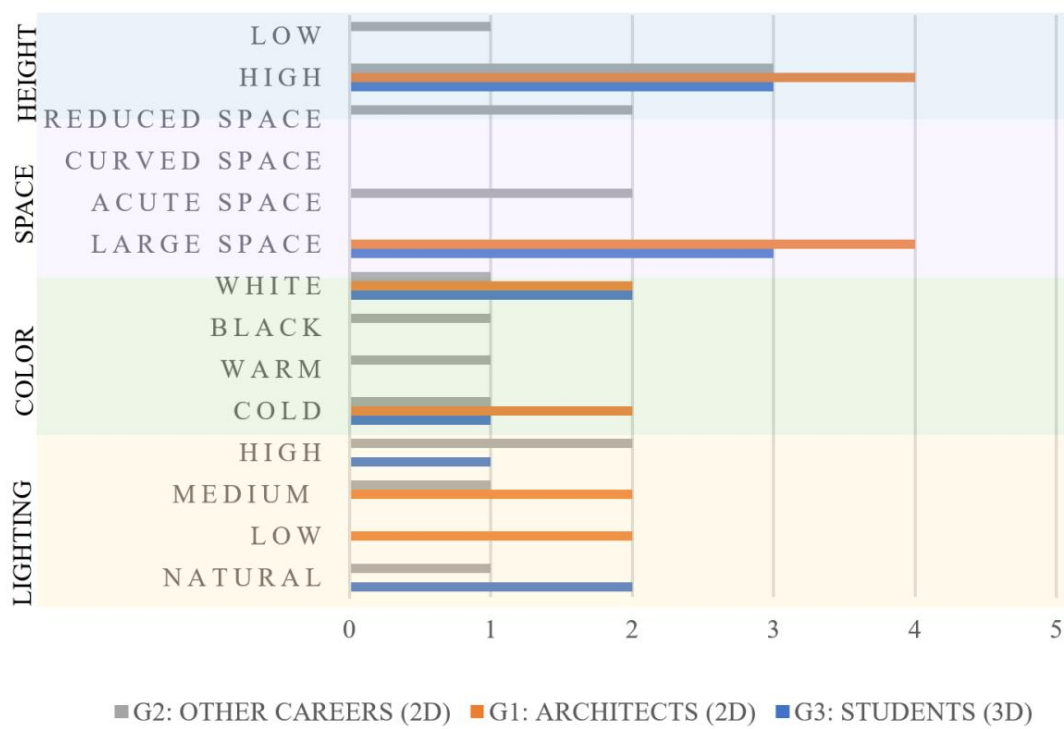


Figura 6. Resultado del nivel de percepción de los usuarios en el Módulo 1

En ambos casos, se sugiere que el entorno inmersivo mejora la comprensión de la percepción del diseño al interactuar con la iluminación y la superficie [37]. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que esta puede cambiar debido a los efectos internos de los programas utilizados. Además, con la inteligencia artificial, se evidencia una brecha de comunicación entre ambos, lo que resulta en una percepción completamente diferente por parte de los usuarios finales. Examine cómo estas tecnologías afectan la percepción del diseño y su aplicación efectiva para mejorar la práctica arquitectónica [16].

Se realizó un análisis de las sensaciones asociadas a las diversas características del diseño arquitectónico, como iluminación, tono, forma y altura, considerándose desde un ámbito virtual.

El estudio revela cómo la IA y la RV están transformando el proceso de diseño arquitectónico. Se destaca la complejidad del impacto del espacio concebido en las sensaciones sensoriales del individuo.

El análisis de diversos aspectos del entorno, como la iluminación, la forma, el color y la altura, revela discrepancias entre las sensaciones experimentadas en entornos 2D y virtuales. En el módulo 3, concebido con el propósito de promover la tranquilidad, la relajación, el estrés y la libertad (véase la Tabla 3), los participantes experimentaron tranquilidad en el entorno 2D, aunque sintieron estrés en el entorno virtual (véase la Figura 8). En el módulo 4, que busca inducir tranquilidad, energía, seguridad y libertad (véase la Tabla 3), se experimentaron sensaciones de tranquilidad en el entorno 2D, sin embargo, sentimientos de miedo en el entorno virtual (véase la Figura 9). En el módulo 5, diseñado para evocar miedo, tristeza, ansiedad y seguridad, se encontraron discrepancias significativas en las sensaciones percibidas, desde

ansiedad a la concentración y la tristeza (ver Figura 7).

Se evidencia una disparidad en los resultados en relación con el impacto emocional percibido y obtenido en el entorno virtual del usuario. Este descubrimiento ilustra la toma de decisiones del profesional en primera instancia al enfrentarse a la oferta de Inteligencia Artificial con la amplia variedad de posibilidades conceptuales. En consecuencia, destaca la importancia de proporcionar retroalimentación para ajustar el diseño según las preferencias y sensibilidades del usuario, además de subrayar la percepción de cocreación entre humanos e inteligencia artificial (véase la Tabla 4), lo que sugiere la importancia de la comunicación emocional. Las características formales se presentan arriba [38].

Además, una variabilidad notable entre la imagen 2D generada y su representación en el entorno virtual se debe a factores como los filtros, los efectos del medio de visualización o las características del visor utilizado. Estos elementos influyen en la alteración de la sensación y la percepción de la imagen en el espacio virtual. Sin embargo, la variabilidad no se limita solo a la iluminación o el color, sino que también influye en la forma, la escala y la altura. Estos factores plantean una segunda toma de decisión del profesional con respecto a la predicción de la imagen 2D al modelar en 3D. El objetivo es lograr la similitud de la imagen generada con IA, aunque existe un porcentaje de pérdida visual, que contrasta con interacciones visuales como las animadas.

Objetos, vegetación, iluminación artificial, entre otros, percibidos en el entorno virtual. Es importante destacar el potencial de la Realización de Recursos Humanos (RV) (véase la Tabla 5) para evaluar el impacto emocional de las características arquitectónicas en un entorno controlado [39].

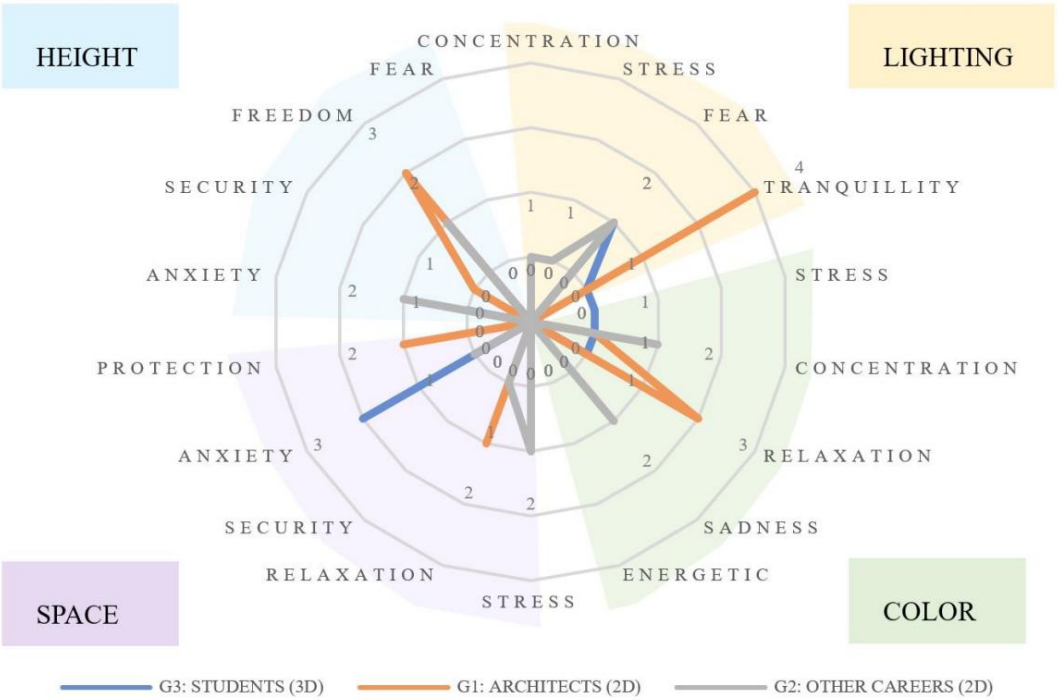


Figura 7. Resultado del nivel de sensación del usuario en el módulo 5

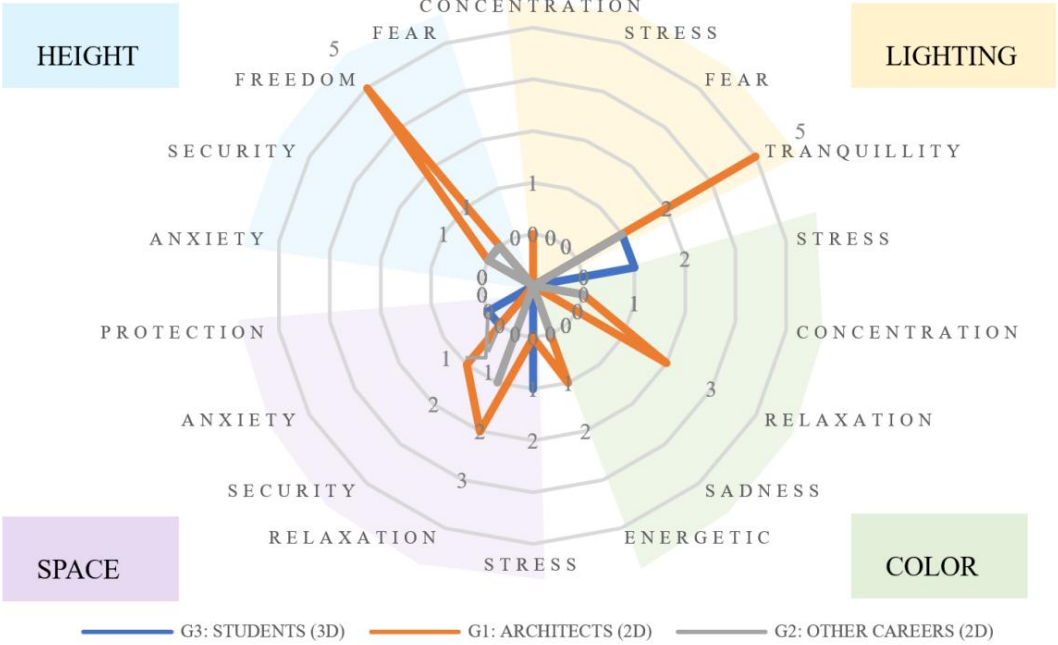


Figura 8. Resultado del nivel de sensación del usuario en el módulo 3.

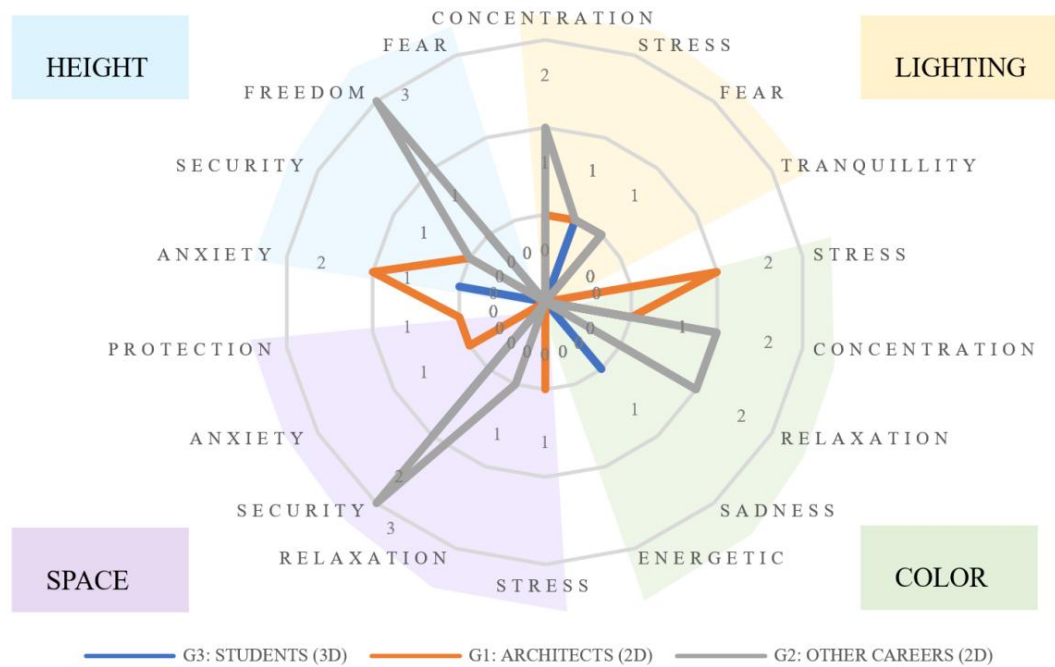


Figura 9. Resultado del nivel de sensación del usuario en el módulo 4

Asimismo, proporcionar esta retroalimentación facilitará la toma de decisiones de una manera más consciente y alineada con las intenciones originales del diseño. Asimismo, se observa que las intenciones del diseñador con respecto a la experiencia del usuario en relación con diferentes factores, como las experiencias visuales y personales, llevan al usuario a tener una percepción y sensación diferentes, lo que resalta las capacidades de la inteligencia artificial y la realidad virtual para tomar decisiones basadas en las necesidades y sensaciones del usuario. Al contar con un enfoque que pueda optimizar la eficiencia en el proceso de diseño, mejorar la experiencia del usuario y fomentar una mayor interacción con el entorno construido [16], se podría optimizar la eficiencia en el proceso de diseño.

## 5. Discusión

La convergencia entre la Inteligencia Artificial y la Red Artificial facilita la exploración inmersiva de espacios arquitectónicos, facilitando el proceso creativo en las fases iniciales del diseño. A través de una exhaustiva revisión bibliográfica y un estudio experimental, se han obtenido resultados significativos que revelan tanto el potencial como los desafíos de esta convergencia. En términos metodológicos, se integraron dos metodologías que se utilizan por separado, la primera consistente en el uso de la Inteligencia Artificial con el propósito de acelerar la toma de decisiones en el proceso de conceptualización, utilizando la IA como generador de imágenes [22] (véase la Tabla 4). Continuando con la evaluación de la capacidad de realismo en el entorno virtual [40] (véase la Figura 2). Asimismo, se incluyó el análisis literario de neuroarquitectura (véanse las Tablas 2 y 3) con el fin de proporcionarnos los requisitos para la Inteligencia Artificial. Sin embargo, para una adecuada evaluación de

emociones, se opta por utilizar dispositivos que detecten las ondas cerebrales y la frecuencia cardíaca [41].

La IA (ver Tabla 4) puede crear diseños basados en los principios de la neuroarquitectura y sensaciones deseadas por el diseñador, definiendo que la altura, la forma y la iluminación son claves para la percepción del diseño, definiendo que la IA puede crear diseños basados en deseos, conocimientos y técnicas del arquitecto. Sin embargo, la Inteligencia Artificial puede desarrollar diseños que se basen en los deseos y conocimientos técnicos del arquitecto. Sin embargo, las imágenes proporcionadas no suelen interpretar las sensaciones requeridas, como lo hace la opinión en varios artículos de que la asertividad de la IA depende de la asertividad [42]. Asimismo, la preferencia de imágenes según la formación en educación arquitectónica [22] ha demostrado que los caracteres sensoriales en la percepción del realismo en VR (ver Tabla 4) se consideraron entre las características fundamentales: luz - sombra, materiales y visualización 360°. En contraste con la investigación de Gómez, la accesibilidad, la escala real y la visualización 360° contribuyen al realismo deseado [43]. Si bien la percepción del realismo depende del programa y el visor utilizado, en la presente investigación, el 87% considera el uso regular del visor. Sin embargo, la experimentación muestra un alto grado de coincidencia con el diseñador en el ámbito virtual, similar al artículo científico de Gómez [44]. Se menciona que la coincidencia en el entorno virtual se debe a la presencia que determina debido a la inmersión y el realismo percibido, lo que ayuda a una mejor comprensión del espacio virtual.

Asimismo, las sensaciones experimentadas fueron similares a las propuestas previamente por el diseñador en el entorno virtual, como la concentración en un espacio alto y circular con tonos cálidos, así como el miedo al visualizar un espacio estrecho y alto con poca iluminación en tonos negros. Posteriormente, en una planta baja, con tonos blancos e iluminación natural,

Con la vegetación, experimentaron tranquilidad. Estudios [38] [26] respaldan la severidad debido a la existencia de emociones negativas generadas por espacios estrechos, formas arquitectónicas descontextualizadas y espacios relajantes o angustiosos. Los tonos fríos mejoraron la atención y la memoria, mientras que los tonos cálidos, a diferencia de los tonos cálidos, mejoraron la atención y la memoria. La luz natural en el entorno es esencial para promover el ritmo.

Aunque la investigación presenta algunas limitaciones en cuanto al desempeño de generación de imágenes y visualización del entorno virtual, los estudios comparativos concluyeron que las nuevas investigaciones pueden obtener resultados más avanzados sin necesidad de contar con datos especializados y capacitación para arquitectos en el campo relacionado, al mejorar la eficiencia, la creatividad y la comprensión del entorno construido. Se fomentan talleres colaborativos con la participación activa de los futuros usuarios y la comunidad, facilitando la gestión del proyecto [3].

## 6. Conclusiones

Los resultados de la investigación revelan la revolución de la inteligencia artificial y la RV en el proceso de diseño arquitectónico 2D, así como en el entorno virtual, con la colaboración de la inteligencia artificial y la RV, en cuanto a la forma de concebir, diseñar y gestionar el proyecto arquitectónico.

Nuestros resultados apoyan la idea de que la inteligencia artificial produce un proceso de diseño ágil y dinámico en la etapa de conceptualización, entendiendo en gran medida las demandas del arquitecto así como del cliente, lo que a su vez genera una experiencia de diseño interactiva e interactiva. Colaborando con el cliente, facilitar la toma de decisiones del arquitecto reduce los cambios en fases más avanzadas por parte del cliente. Por otro lado, es evidente que la experiencia a través del espacio inmersivo tiene un impacto significativo en la percepción sensorial del individuo al observar las características del espacio diseñado, lo que indica que el usuario puede comprender eficazmente las intenciones del diseñador mediante la aplicación de la virtualización. Esto se compara con la discrepancia en la percepción del usuario al visualizar solo ciertas vistas 2D del espacio. Asimismo, contribuye a una mayor comprensión de la neuroarquitectura y cómo los espacios diseñados pueden influir en las emociones, el bienestar y la experiencia del usuario. Existen nuevas oportunidades para crear entornos que no solo sean estéticamente agradables, sino también cognitiva y emocionalmente estimulantes.

La comparación entre las sensaciones esperadas, las observadas en el espacio virtual y la visualización 2D indica que el diseño mediante generadores de imágenes mejora la percepción y sensación en el entorno virtual.

Dada la colaboración tecnológica, se ofrecen nuevas oportunidades para la toma de decisiones en arquitectura.

Es fundamental capacitar a los profesionales de la arquitectura en tecnologías innovadoras, como Steam Network, para optimizar su práctica y comprender de manera más efectiva

Necesidades del usuario. La implementación de gafas de realidad virtual (VR) implica optimizar la eficiencia y la comprensión del espacio inmersivo, lo que reduce la disparidad tecnológica en el sector.

## Expresiones de gratitud

Agradecemos a las autoridades académicas de la Universidad Continental por la disponibilidad y acceso a los datos que hicieron posible esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Mirtha M., "La inteligencia artificial como herramienta para acelerar el progreso de los ODS", <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/10/la-inteligencia-artificial-como-herramienta-para-acelerar-el-progreso-de-los-ods/>. [Accessed February 28, 2023].
- [2] ONU, "NoticiasONU", <https://news.un.org/es/story/2023/1/0/1525252>. [Consultado el 1 de marzo de 2024].
- [3] Mattias R., Mikael J., Laura M., Rikard L., Mikael VT, "Entorno de diseño colaborativo virtual: Apoyo a la integración fluida de mesas multitáctiles y realidad virtual inmersiva", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 146, n.º 12, págs. 1-10, 2020. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.000193](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.000193)
- [4] Ayodele EI, Albert C., Amos D., Yomi DA, "Prácticas integradas en la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción: alcance actual y camino hacia la Industria 5.0", *Revista de ingeniería de construcción*, vol. 73, pág. 106788, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobte.2023.106788>
- [5] Shanaka KB, Sadeep T., Jude SP, Mehrdad A., Pejman S., Bertrand T., Ankit S., Priyan M., "Inteligencia artificial y visión inteligente para la construcción 4.0: Métodos y aplicaciones de aprendizaje automático y profundo", *Automatización en la Construcción*, vol. 141, pág. 104440, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104440>
- [6] Jiewu L., Weinan S., Baicun W., Pai Z., Cunbo Z., Qiang L., Thorsten W., Dimitris M., Lihui W., "Industria 5.0: Perspectiva y retrospectiva", *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 65, págs. 279-295, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ms.2022.09.017>
- [7] Hala MA, Laila MK, Fatma F., "Diseño para el bienestar humano: La integración de la neuroarquitectura en el diseño – Una revisión sistemática", *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 14, pág. 102102, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102102>
- [8] Spence C., "Sentidos de lugar: diseño arquitectónico para la mente multisensorial", *Investigación cognitiva: principios e implicaciones*, vol. 46, págs. 1-26, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00243-4>
- [9] Luz CP, Adrian C., Nereida RF, Iria S., Juan R., "Inteligencia artificial aplicada al diseño conceptual. Una revisión de su uso en arquitectura", *Automatización en*



- Construcción, vol. 124, pág. 103550, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103550>
- [10] Nayeri F., "Los nuevos tiempos del trabajo", <https://www.nytimes.com/es/2023/06/20/espanol/inteligencia-artificial-arquitectura.html>. [Accessed April 5, 2024].
- [11] Nitian LR, Saurabh C., Jayesh R., "Integración de ChatGPT, Bard e inteligencia artificial generativa de vanguardia en diseño arquitectónico e ingeniería: aplicaciones, marco y desafíos", *Revista internacional de arquitectura y planificación*, vol. 3, n.º 46, págs. 1-33, 2023. DOI: <https://doi.org/10.51483/IJARP.3.2.2023.92-124>
- [12] David P., Taehoon K., Seungyeon C., "Una metodología interactiva de cambio de diseño utilizando realidad virtual y realidad aumentada basadas en BIM", *Journal of Building Engineering*, vol. 68, p. 106030, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.106030>
- [13] Me P., Natapov A., Fisher D., "Ir donde ningún hombre ha ido antes: Realidad virtual en arquitectura, arquitectura paisajística y planificación ambiental", *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 54, págs. 376-384, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.05.001>
- [14] Ewa L., Iwona B., Krzysztof Z., Przemysław S., Agata K., Aleksandra K., Malgorzata M., Zbigniew P., Mikolaj S., Tomasz W., "Realidad virtual inmersiva para ayudar en el diseño arquitectónico inclusivo", *Interacciones hombre - máquina* 6, vol. 1061, págs. 23-33, 2019. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31964-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31964-9_3)
- [15] Muhammad U., Abubakar S., Dong L., Jongwon S., "Impacto del sistema de revisión de diseño basado en realidad virtual en el desempeño del usuario y el comportamiento cognitivo para tareas de revisión de diseño de edificios", *Environmental Sciences*, vol. 12, no. 14, págs. 1-19, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12147249>
- [16] Hugo GT, Jonh BE, Paola BE, Jorge G., "El dibujo y la percepción de espacios arquitectónicos mediante la realidad virtual inmersiva", *Tecnologías visuales para entornos digitales sostenibles*, vol. 13, n.º 11, págs. 1-19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13116223>
- [17] Crook L., "Dezeen", <https://www.dezeen.com/2024/01/04/tendencias-de-arquitectura-predicciones-2024/>. [Consultado el 15 de marzo de 2024].
- [18] Rui K., André M. D., Daniel PM, Josè PD, Joaquim J., Daniel SL, "Estudios de usabilidad en la construcción de modelos arquitectónicos iniciales en realidad virtual", *Automation in Construction*, vol. 103, págs. 104-116, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.009>
- [19] Hongyu L., Qilong W., Bowen X., Wenjie W., "Exploración del diseño inteligente-auxiliar del espacio arquitectónico utilizando un modelo de inteligencia artificial", *Plos One*, vol. 18, pág. 028215, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282158>
- [20] Vickram TV, Mohamend RE, "Exploración de experiencias fenomenológicas mediante señales de ondas cerebrales electroencefalográficas en el estudio de la neuroarquitectura", *Revista Internacional de Vijayan, Vickram Theva, Revista Internacional de Entorno Construido y Sostenibilidad*, vol. 6, n.º 3, págs. 1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.11113/ijbes.v6.n3.360>
- [21] Ville P., Jonas O., Aku V., "Uso de la generación de texto a imagen para la ideación del diseño arquitectónico", *International Journal of Architectural Computing*, vol. 22 núm. 3, págs. 458-474, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1177/14780771231222783>
- [22] Sun YJ, Sung AK, "Generación automática de arquitectura virtual utilizando actividades del usuario en el metaverso", *Revista Internacional de Estudios Humano-Computadoras*, vol. 182, p. 103163, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103163> Obtener derechos y contenido
- [23] Daniel P., Javier I., Diego P., "Una evidencia de los beneficios cognitivos de la revisión del diseño inmersivo: Comparación de la percepción tridimensional y la presencia entre entornos virtuales inmersivos y no inmersivos", *Automatización en la Construcción*, vol. 130, p. 103849, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103849>
- [24] Carlos RL, "Estética del espacio ampliado. Realidad virtual y percepción arquitectónica", *bitácora de Arquitectura*, n.º 46, pp. 96-103, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22201/fa.14058901p.2020.46.79049>
- [25] Andres PL, "Luz natural en el espacio interior", <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=341630311014> [Consultado el 24 de enero de 2024].
- [26] Carmen L., Juan HT, Juan S., "Aulas de colores fríos y cálidos. Efectos en la atención y la memoria del alumnado medidos a través de respuestas psicológicas y neurofisiológicas", *Building and Environment*, vol. 196, p. 107726, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107726>
- [27] Chatterjee A., Coburn A., Weinberger A., "La neuroestética de los espacios arquitectónicos", *Cognitive Processing*, vol. 22, págs. 115-120, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10339-021-01043-4>
- [28] Suryawinata BA, "Tecnología inmersiva como herramienta para la arquitectura sostenible", *IOP Science home: Earth and Environmental Science*, n.º 794 012185, págs. 1-6, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012185>
- [29] Philippe SJ, Osborne GC, Michael J., "Una revisión de los efectos de los estímulos arquitectónicos en la psicología y la fisiología humana", *Building and Environment*, vol. 219, pág. 109182, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109182>
- [30] Anca SH, Panagiota P., "IA para la arquitectura conceptual: Reflexiones sobre el diseño con generadores de texto a texto, texto a imagen e imagen a imagen", *Frontiers of Architectural Research*, vol. 13, n.º 3, págs. 2095-2635, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.02.006>
- [31] Cudzik J., Kacper R., "Diseño arquitectónico asistido por inteligencia artificial", *Computing for a Better Tomorrow*, págs. 77-84, 2018. URL: <https://mostwiedzy.pl/pl/publication/diseño-arquitectónico-asistido-por-inteligencia-artificial,146441-1>
- [32] Yingjun G., "Aplicación del método de enseñanza de realidad virtual y tecnología de inteligencia artificial en la creación de arte en medios digitales", *Ecological Informatics*, vol. 63, pág. 101304, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101304>
- [33] Oihab AC, "Catedrales inteligentes: Uso de realidad aumentada, realidad virtual e inteligencia artificial para brindar una intensa experiencia cultural, histórica y religiosa al visitante", *Pronóstico tecnológico y cambio social*, vol. 178, p. 121604, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/jt.2022.121604> Obtener derechos y contenido



- [34] Justin FH, Steven KA, Jeremi SL, Wei WP, "Comparación de los comportamientos de evaluación del diseño de edificios de entornos de realidad virtual para Aumentada y Journal of Architectural Engineering, vol. 26, n.º 2, págs. 1-10, 2020. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.000039](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.000039)
- [35] Newman M., Gatersleben B., Wyles KJ, Ratcliffe E., "El uso de la realidad virtual en experiencias ambientales y la importancia del realismo", Journal of Environmental Psychology, vol. 79, p. 101733, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101733>
- [36] Parisa M., Yasemin A., Mohamad NA, "Análisis del control de los ocupantes sobre los sistemas de iluminación en entornos de oficina mediante entornos virtuales inmersivos", Building and Environment, vol. 196, p. 107823, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107823>
- [37] Chiris C., Andrew P., "Realismo visual y realidad virtual: una perspectiva psicológica", Simulated And Virtual Realities, vol. 1, n.º 9781003417149, págs. 53-84, 2023. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85161229469&origin=inward&txGid=147f0e4a20b1980d935d31cba6e7a37f>
- [38] Paolo P., Davide R., Pietro A., Fausto C., "La experiencia dinámica de las formas arquitectónicas afecta la excitación y la percepción de valencia en entornos virtuales", Artículo de investigación, vol. 1, págs. 1-16, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-910384/v1>
- [39] Yanru L., Xinxin W., Rungtai L., Jun W., "Comunicación en la cocreación humano-IA: análisis perceptual de pinturas generadas por un sistema de texto a imagen", User Experiencia para la Interacción Avanzada Persona-Ordenador II, vol. 12, n.º 22, págs. 1-19, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/app122211312>
- [40] Nour T., Izabela MS, Kira P., Sonja S., Simone K., "El espacio vital: bienestar psicológico y salud mental en respuesta a interiores presentados en realidad virtual", Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública, vol. 18, n.º 23, págs. 1-20, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph182312510>
- [41] Hugo GT, Jorge MG, Jhom BE, Paola BE, "Habilidades espaciales y percepciones del espacio: Representación de dibujos 2D como dibujos 3D en la realidad virtual inmersiva", Applied Sciences, vol. 11, n.º 4, págs. 1-23, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11041475>
- [42] Enjelina VP, Anastasya CR, "Una revisión del generador de imágenes de IA: influencias, desafíos y perspectivas futuras para el campo de la arquitectura", JARINA - Revista de Inteligencia Artificial en Arquitectura E, vol. 2, n.º 1, págs. 53-65, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24002/jarina.v2i1.6662>
- [43] Hugo GT, Jorge MG, Jhon BE, Paola BE, Betty V. A., "Sensaciones percibidas en espacios arquitectónicos mediante realidad virtual inmersiva", VIRTRUVIO - Revista Internacional de Arquitectura, Tecnología y Sostenibilidad, vol. 6, págs. 70-81, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2021.16253>
- [44] Hugo GT, Jorge MG, John BE, Paola BE, "Habilidades espaciales y percepciones del espacio: Representación de dibujos 2D como dibujos 3D dentro de la realidad virtual inmersiva", Revistas - Applod Sciences, vol. 11, no. 4, pp. 1-23, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11041475>