



PERCEPCIÓN DEL CONFORT TÉRMICO VISUAL EN ESPACIOS UNIVERSITARIOS CON REALIDAD VIRTUAL

ESTÍMULOS VISUALES Y PERCEPCIÓN TÉRMICA





Percepción Del Confort Térmico Visual En Espacios Universitarios Con Realidad Virtual

Helen Yuleisy Santana Alvia

Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura, Universidad Laica Eloy Alfaro de
Manabí

FIP-6302-2: Trabajo De Unidad De Titulación: Fase De Resultados E Informe

Ing. Gabriel Salvatierra

17 de julio de 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la modalidad de PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, cuyo tema de proyecto es "PERCEPCIÓN DEL CONFORT TÉRMICO VISUAL EN ESPACIOS UNIVERSITARIOS CON REALIDAD VIRTUAL", el mismo que ha sido elaborado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a SANTANA ALVIA HELEN YULEISY, estudiante de la carrera de Arquitectura, período académico 2026 (1), quien se encuentra apto para la sustentación de su trabajo de titulación.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 13 de agosto del 2026.

Lo certifico,



ING GABRIEL GREGORIO SALVATIERRA TUMBACO, MG.
C.I. 1313253575
Tutor(a)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, HELEN YULEISY SANTANA ALVIA, con CC: 135058235-7, doy constancia de ser la autora del Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación con el tema "PERCEPCIÓN DEL CONFORT TÉRMICO VISUAL EN ESPACIOS UNIVERSITARIOS CON REALIDAD VIRTUAL", el cual fue dirigido por el tutor, ING. GABRIEL GREGORIO SALVATIERRA TUMBACO, MG.

Dejo constancia de la originalidad del trabajo realizado tomando de referencia a autores que aportaron a la investigación, y a la recopilación de datos e información en fuentes bibliográficas, visitas de campos, entre otros.

En la ciudad de Manta a los días 13 del mes de agosto de dos mil veintiséis.



SANTANA ALVIA HELEN YULEISY

C.I. 1350582357

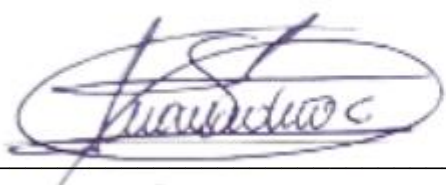
Autora

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En calidad de tribunales de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, lo certifico:

Haber revisado el trabajo de titulación, bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, cuyo tema es “PERCEPCIÓN DEL CONFORT TÉRMICO VISUAL EN ESPACIOS UNIVERSITARIOS CON RV” internos de la modalidad en mención y en el apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo APRUEBO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para proceder a la defensa correspondiente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario. En la ciudad de Manta, a los 13 días del mes de agosto de dos mil veinte y seis.

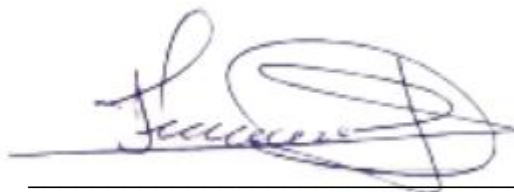


ARQ. CEDEÑO CANDELA JUAN

RAMON, MG.

C.I. 1303553778

Tribunal 01



ING. DELGADO SANZ FRANCISCO

JAVIER, MG.

C.I. 1310082720

Tribunal 02

Dedicatoria

“Si el reto no te hace temblar las piernas, quizás no es lo suficientemente grande para ti.”

-Millán Ludeña, citado en (Valls Sol, 2025)

El abrazar la tecnología continúa siendo un constante tema de debate. En la arquitectura y la construcción cada día surgen nuevas herramientas y formas de comprender o experimentar el espacio, aunque no todos aprueban estos cambios ni las posibilidades que se ofrecen. Por ello, mediante este trabajo de titulación busco aportar a quienes en algún momento tomen esta investigación como referencia. Siempre existen nuevas maneras de explorar, proponer y construir conocimiento desde enfoques distintos.

Este trabajo de titulación es el reflejo del apoyo, amor y compañía que he recibido de personas fundamentales en mi vida, y es a ellas a quienes hoy quiero dedicar cada esfuerzo plasmado en estas páginas.

Comenzando por mis adorados padres. A mi madre, Nancy Alvia Holguín, quien ha sido mi apoyo incondicional, mi impulso y la persona que cada día me inspira a ser mejor. Gracias por sostenerme incluso en los momentos en los que dudé de mis capacidades.

A mi padre, Víctor Santana Santana, quien sin saberlo sembró en mí el interés por la arquitectura desde muy pequeña. Su trabajo en la construcción despertó mi curiosidad por este mundo y fue una de las razones que me llevaron a escoger la carrera de la que hoy tengo el orgullo de titularme.

A mi abuela, Armandina Santana, quien, aunque físicamente ya no me acompaña, permanece presente en cada paso que doy. Gracias por haberme recordado siempre lo afortunada que he sido al contar con el apoyo de mis padres para estudiar y perseguir mis sueños. Sé que sigues acompañándome y celebrando conmigo este logro.

También quiero dedicar unas palabras a mis mascotas. A mi Lana, mi gata, por acompañarme en tantos momentos importantes de mi vida. En los días difíciles encontré tranquilidad en tu compañía, qué fortuna aún tenerte. A mi querido Oreo, mi perro, tu compañía durante gran parte de mi vida académica significó mucho para mí. Fuiste presencia, consuelo y compañía en incontables noches de desvelo. Incluso en tus momentos más difíciles, permaneciste a mi lado tanto como pudiste, hoy aún siento tu compañía en cada madrugada de trabajo y esfuerzo.

Por último, a mi pareja, Emilio Cárdenas, quien ha sido parte fundamental durante este proceso. Gracias por acompañarme desde la elección del tema, por sostenerme durante los retos y frustraciones que surgieron en el camino, y por permanecer presente hasta la culminación de este trabajo. Tu apoyo constante ayudó a que este proceso fuera más llevadero.

A todos ustedes, gracias por ser parte de lo que me ha llevado a estar hoy terminando mi trabajo de titulación así que este logro también les pertenece.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso académico y personal que hoy culmina con este trabajo de titulación.

En primer lugar, a mi familia, por convertirse en mi apoyo constante durante cada etapa de este camino. A mis hermanos, quienes siempre han creído en mí y me han impulsado a seguir creciendo. Especialmente a mi hermano, por motivarme constantemente a mantenerme a la vanguardia de lo que puedo llegar a hacer dentro de mi carrera, alentándome a explorar nuevas posibilidades y a no limitar mis ideas. Y a mi hermana, por demostrarme su apoyo incondicional incluso cuando muchas veces mi trabajo o mis ideas parecían difíciles de comprender.

A mis amigas y compañeros, quienes hicieron mucho más llevadero este trayecto universitario. De manera especial, a Arelys Barcia y Dayely De Mera, por haber sido mi compañía durante gran parte de la carrera, por las conversaciones, el apoyo, las noches compartidas y, sobre todo, por recordarme constantemente el potencial que tengo para hacer cosas importantes.

Quiero agradecer a mi tutor, el ingeniero Gabriel Salvatierra, quien desde un inicio supo que mi intención era desarrollar algo distinto, un tema que integrara tecnología y nuevas maneras de comprender la arquitectura. Desde el comienzo tuve claro que era la persona indicada para guiarme en este proceso, por su conocimiento, su visión y la apertura hacia nuevas posibilidades dentro de la investigación académica. Gracias por su paciencia, comprensión y acompañamiento durante cada etapa de este trabajo, guiándome y permitiéndome desarrollar esta investigación de la manera en la que lo imaginé.

Asimismo, quiero expresar mi agradecimiento al claustro docente que formó parte de mi vida académica universitaria dentro de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Sus enseñanzas, consejos, correcciones y oportunidades han contribuido a convertirme en la profesional que hoy me encuentro construyendo. De igual manera, hago un reconocimiento al arquitecto Cristhian Melgar quien también me brindó apoyo durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

Y, sobre todo, quiero agradecerme a mí misma por transformar los comentarios, las críticas, las dudas y los retos en motivación para seguir adelante, por atreverme a desarrollar un tema que representa parte de mi visión y sobre la profesional en quien deseo convertirme. Considero este trabajo como el primer paso oficial siendo la apertura de mi carrera profesional.

Índice De Contenidos

A.	Resumen.....	1
B.	Abstract	2
1.	Introducción	3
2.	Planteamiento Del Problema.....	5
2.1.	Marco Contextual	5
2.2.	Formulación Del Problema.....	7
2.2.1.	Problema Central Asociado Al Objeto De Estudio.....	8
2.2.2.	Subproblemas Asociados Al Objeto De Estudio.....	8
2.3.	Objeto De Estudio	9
2.3.1.	Definición Del Objeto De Estudio	9
2.3.2.	Delimitación Espacial	9
2.3.3.	Delimitación Temporal	11
2.4.	Campo De Acción De La Investigación	11
2.5.	Objetivos.....	11
2.5.1.	Objetivo general	11
2.5.2.	Objetivos específicos.....	12
2.6.	Idea para defender	12
2.7.	Justificación	13
2.7.1.	Justificación Social.....	13
2.7.2.	Justificación Arquitectónica.....	13
2.7.3.	Justificación Académica.....	14
2.7.4.	Justificación Institucional.....	14
2.8.	Operacionalización de variables	15
2.8.1.	Variable Independiente	15
2.8.2.	Variable Dependiente	16
2.9.	Tareas Científicas Desarrolladas	16
2.9.1.	Tc1: Revisión Bibliográfica y Análisis Crítico de Percepción Visual, Térmica y Confort en Entornos Educativos.....	17
2.9.2.	Tc2: Diagnóstico Del Estado Actual De Un Aula Representativa.....	17
2.9.3.	Tc3: Propuesta de Estrategias para la Mejora de la Percepción Térmica- Visual en Aulas Universitarias.....	17
3.	Capítulo I. Marco Referencial y Legal	18
3.1.	Marco antropológico.....	18
3.2.	Marco Teórico	22

3.2.1. Environmental Psychology of Built Environment - Psicología del Comportamiento Humano en Espacios Construidos	22
3.2.2. Neuroarchitecture - Neuroarquitectura.....	25
3.2.3. Technological Innovation Theory - Teoría de la Innovación tecnológica. ..	27
3.2.4. Presence Theory in Virtual Reality -Teoría de la presencia inmersiva.....	29
3.3. Marco conceptual	32
3.3.1. Percepción Térmica-Visual	32
3.3.2. La RV Como Herramienta para la Percepción Visual	33
3.3.3. Paisaje Visual y Calidad de Vista	34
3.4. Marco Jurídico	35
3.4.1. Normativas Nacionales	35
3.4.2. Normativas Internacionales.....	39
3.5. Modelos de repertorio.....	42
3.5.1. Window Views Psychological Effects on Indoor Thermal Perception: A Comparison Experiment Based on Virtual Reality Environments	42
3.5.1.1. Problema científico abordado.....	42
3.5.1.2. Diseño experimental.....	42
3.5.1.3. Metodología del estudio	43
3.5.1.4. Hallazgos principales.	44
3.5.1.5. Vinculación con la investigación	44
3.5.2. The influence of virtual environment on thermal perception: physical reaction and subjective thermal perception on outdoor scenarios in virtual reality	46
3.5.2.1. Problema científico abordado.....	46
3.5.2.2. Diseño experimental.....	46
3.5.2.3. Metodología del estudio	47
3.5.2.4. Hallazgos principales.	47
3.5.2.5. Vinculación con la investigación	47
3.5.3. Análisis de modelos de repertorio.....	49
4. Capitulo IV. Diseño Metodológico.....	50
4.5. Métodos	52
4.5.1. Método de investigación documental.....	53
4.5.2. Método Caso de estudio	53
4.5.3. Método descriptivo.....	53
4.5.4. Método comparativo	53
4.6. Técnicas e instrumentos.....	54

4.6.1.	Técnicas de recolección de información	55
4.6.2.	Instrumentos de recolección y análisis de datos.....	56
4.7.	Fuentes.....	58
4.7.1.	Fuentes primarias	58
4.7.2.	Fuentes secundarias.....	58
5.	Capítulo III. DIAGNÓSTICO Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
5.1.	Elaboración del diagnóstico.....	59
5.1.1.	Contextualización del objeto de estudio.....	59
5.1.2.	Caracterización físico-espacial del aula	61
5.1.3.	Registro y análisis del estado actual.....	63
5.1.4.	Identificación de los estímulos visuales	64
5.1.5.	Síntesis del diagnóstico	65
5.2.	Presentación de resultados y discusión.....	66
5.2.1.	Etapas 1: preestudio y adecuación del instrumento	66
5.2.2.	Resultados de las entrevistas a profesionales.....	70
5.2.3.	Etapas 2: experimentación mediante realidad virtual	72
5.2.4.	Discusión integrada de los resultados	79
6.	Conclusiones	85
7.	Recomendaciones	87
8.	Referencias Bibliográficas	89
9.	Anexos	94

Índice De Figuras

Figura 1.	Ubicación referencial del objeto de estudio.	10
Figura 2.	Ubicación referencial del objeto de estudio.	10
Figura 3.	Efecto de la aplicación del color sobre la percepción espacial.	20
Figura 4.	Diagrama del Marco Antropológico.....	22
Figura 5.	Diagrama del Marco Teórico.	31
Figura 6.	Diagrama del Marco Conceptual.....	35
Figura 7.	Diagrama del Marco Jurídico.	41
Figura 8.	<i>Configuración de los escenarios virtuales según los atributos visuales analizados.</i>	43
Figura 9.	Síntesis metodológica del modelo de repertorio de Wu et al. (2024).	45
Figura 10.	Síntesis metodológica del modelo de repertorio de Wu et al. (2023).	48
Figura 11.	Proceso del diseño metodológico.	50
Figura 12.	Métodos de investigación utilizados.	52
Figura 13.	Técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.....	54
Figura 14.	Ubicación del edificio B07 dentro del campus universitario.	60
Figura 15.	Ubicación del aula seleccionada en la planta 1 del edificio B07.	60

Figura 16. Planta arquitectónica y distribución del aula seleccionada para la experimentación.....	61
Figura 17. Vistas interiores del aula seleccionada.....	63
Figura 18. Vistas exteriores del aula seleccionada.....	64
Figura 19. Materialidades encontradas en el aula seleccionada.....	65
Figura 20. Escenarios interiores utilizados durante la experimentación.....	73
Figura 21. Escenarios exteriores utilizados durante la experimentación.....	74
Figura 22. Materiales y acabados empleados en la simulación virtual.....	74
Figura 23. Interfaz de interacción del entorno virtual.....	75
Figura 24. Síntesis de resultados de la encuesta de percepción.....	76
Figura 25. Síntesis de resultados de la encuesta de experiencia.....	78
Figura 26. Diagrama de los resultados de la investigación.....	84

Índice De Tablas

Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente.....	15
Tabla 2. Operacionalización de la Variable Independiente.....	16
Tabla 3. Configuración de los atributos visuales evaluados en el diseño experimental. .	44
Tabla 4. Configuración de los grupos experimentales y condiciones de exposición visual.....	46
Tabla 5. Análisis comparativo de los modelos de repertorio.....	49
Tabla 6. Caracterización del aula.....	62
Tabla 7. Identificación de variables visuales del aula.....	65
Tabla 8. Síntesis diagnóstica.....	66
Tabla 9. Síntesis de las observaciones para mejora.....	68
Tabla 10. Síntesis de las entrevistas realizadas a profesionales.....	71
Tabla 11. Caracterización de los participantes.....	73
Tabla 12. Síntesis de la retroalimentación de los participantes.....	79

Índice De Anexos

Anexo 1. Diseño, configuración y procedimiento experimental.....	94
Anexo 2. Diseño, configuración y procedimiento experimental.....	95
Anexo 3. Entrevista 1: Perspectiva bioclimática e innovación por el Arq. Cristhian Melgar.....	96
Anexo 4. Entrevista 2: Perspectiva de innovación por la Arq. Gisella Vera.....	97
Anexo 5. Encuesta de percepción.....	98
Anexo 6. Encuesta de experiencia.....	99
Anexo 7. Evidencia fotográfica del proceso de simulación.....	100

A. Resumen

El presente trabajo de investigación académica analiza la percepción visual-térmica del confort en espacios universitarios mediante simulaciones inmersivas desarrolladas en Realidad Virtual (RV). La investigación se llevó a cabo a partir de la recreación virtual del aula 102 de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), incorporando distintas variables visuales relacionadas con colores, texturas, configuraciones espaciales interiores y escenarios exteriores.

El estudio tuvo como objetivo analizar cómo los estímulos visuales influyen en la percepción de confort térmico de los usuarios dentro de entornos académicos simulados. Para ello, los participantes interactuaron con diferentes configuraciones ambientales que permitieron evaluar la influencia de diversas combinaciones visuales sobre sus sensaciones de confort térmico, manteniendo constantes las condiciones físicas del entorno.

La investigación explora la relación existente entre arquitectura, percepción y tecnología, utilizando la RV como herramienta metodológica para el análisis de variables visuales asociadas al confort térmico. Asimismo, aporta una perspectiva contemporánea sobre el diseño arquitectónico universitario al evidenciar cómo elementos como el color, la textura y las características del entorno pueden influir en la percepción térmica de los usuarios, permitiendo evaluar alternativas de diseño antes de su implementación física.

Palabras clave:

Percepción visual-térmica, confort térmico, realidad virtual, espacios universitarios, simulación arquitectónica.

B. Abstract

This research analyzes the visual-thermal perception of thermal comfort in university spaces through immersive simulations developed in Virtual Reality. The study was conducted through the virtual recreation of Classroom 102 of the Architecture Program at Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), incorporating different visual variables related to colors, textures, interior spatial configurations, and outdoor scenarios.

The study aimed to analyze how visual stimuli influence users' perception of thermal comfort within simulated academic environments. For this purpose, participants interacted with different environmental configurations that allowed the evaluation of various visual combinations and their influence on perceived thermal comfort, while maintaining constant physical environmental conditions.

The research explores the relationship between architecture, perception, and technology, using VR as a methodological tool for the analysis of visual variables associated with thermal comfort. Furthermore, it provides a contemporary perspective on university architectural design by demonstrating how elements such as color, texture, and characteristics of the surrounding environment can influence users' thermal perception, allowing design alternatives to be evaluated before their physical implementation.

Keywords:

Visual-thermal perception, thermal comfort, Virtual Reality, university spaces, architectural simulation.

1. Introducción

En las últimas décadas, el rápido avance tecnológico ha transformado la manera en que las personas perciben, habitan y se relacionan con su entorno. Dentro de la arquitectura, este cambio se refleja en la incorporación de nuevas herramientas digitales que permiten comprender el espacio desde perspectivas cada vez más amplias, integrando aspectos físicos, perceptuales y sensoriales. Entre estas tecnologías destaca la Realidad Virtual (RV), cuya capacidad inmersiva permite recrear entornos simulados con un alto grado de realismo. Como advierte Heim (1993), la RV nos sumerge en mundos generados por computadora capaces de transformar nuestra noción de realidad y alterar la manera en que percibimos el entorno físico y emocional.

Comprender la forma en que los usuarios perciben los espacios arquitectónicos requiere metodologías que permitan analizar variables ambientales en condiciones controladas. En este contexto, la RV se consolida como una herramienta metodológica capaz de simular escenarios espaciales complejos y evaluar la respuesta de los usuarios frente a distintos estímulos. Su aplicación dentro de la investigación arquitectónica ha permitido ampliar el estudio de fenómenos relacionados con la percepción, el comportamiento humano y el bienestar dentro del entorno construido.

En un escenario donde el cambio climático se convierte en una realidad cada vez más evidente, resulta necesario replantear la forma en que se diseñan y experimentan los espacios arquitectónicos. El incremento de las temperaturas y las condiciones de discomfort térmico presentes en numerosos entornos habitables hacen indispensable explorar estrategias que contribuyan al bienestar de los usuarios sin depender exclusivamente de sistemas mecánicos de climatización. En este sentido, disciplinas como la arquitectura y la construcción deben

considerar no solo las condiciones físicas del espacio, sino también la manera en que este es percibido por quienes lo habitan.

Diversas investigaciones han demostrado que elementos como la presencia de vegetación, la iluminación natural, los colores, las texturas y la materialidad influyen directamente en la percepción térmica de las personas. La biofilia y las conexiones visuales con entornos naturales pueden generar sensaciones de frescura, confort y bienestar psicológico incluso antes de que exista una modificación física real en la temperatura del espacio. Estos hallazgos evidencian que la percepción térmica no depende únicamente de variables ambientales medibles, sino también de estímulos visuales capaces de modificar la experiencia de los usuarios dentro del entorno construido.

Los espacios universitarios constituyen entornos de permanencia prolongada donde las condiciones ambientales pueden influir directamente en la concentración, el rendimiento académico y la experiencia cotidiana de los estudiantes. Particularmente, las aulas representan uno de los espacios de mayor ocupación dentro de la vida universitaria, siendo utilizadas durante gran parte de la jornada académica. Sin embargo, es frecuente que estos espacios presenten condiciones de discomfort asociadas al exceso de calor, la dependencia de sistemas de climatización o las molestias derivadas del ruido generado por equipos mecánicos, factores que pueden afectar la permanencia y concentración de los usuarios. Por esta razón, la presente investigación adopta como caso de estudio los espacios universitarios, específicamente las aulas, considerándolos un escenario adecuado para analizar la influencia de los estímulos visuales sobre la percepción del confort térmico. Además, este enfoque constituye una aproximación inicial que podría ampliarse en futuras investigaciones hacia otros niveles educativos con características espaciales y dinámicas de uso diferentes.

Dentro de este contexto, la presente investigación analiza cómo distintos estímulos visuales influyen en la percepción del confort térmico dentro de espacios universitarios, empleando la RV como herramienta de simulación arquitectónica. A través de entornos virtuales se incorporan variables relacionadas con colores, texturas, configuraciones espaciales y escenarios exteriores, permitiendo evaluar cómo estas modificaciones afectan la percepción de los usuarios sin alterar físicamente el espacio real.

La investigación aporta una perspectiva contemporánea sobre la relación entre arquitectura, percepción y tecnología, explorando el potencial de las simulaciones inmersivas para analizar la influencia de variables visuales sobre el confort térmico. Asimismo, contribuye a la generación de conocimiento aplicable al diseño arquitectónico universitario, proporcionando criterios que permitan valorar alternativas espaciales antes de su ejecución física y favoreciendo la creación de entornos confortables y adaptados a las necesidades ambientales de sus ocupantes.

2. Planteamiento Del Problema

2.1.Marco Contextual

La presente investigación se desarrolla en el contexto universitario y analiza cómo distintos atributos visuales del entorno arquitectónico pueden influir en la percepción del confort térmico de los usuarios. Reconociendo que las personas responden de manera diversa ante los mismos estímulos ambientales, se propone un enfoque que complementa el análisis físico tradicional mediante la incorporación de dimensiones perceptuales asociadas a la experiencia espacial. A través del estudio de la relación entre estímulos visuales y percepción termosensorial, se busca generar conocimiento que contribuya al diseño de espacios educativos más confortables, eficientes y adaptados a las necesidades de sus ocupantes.

Los espacios universitarios constituyen entornos de permanencia prolongada donde estudiantes desarrollan gran parte de sus actividades académicas. Debido a esta condición, las aulas representan escenarios adecuados para analizar cómo diferentes características visuales, tales como colores, texturas, configuraciones espaciales y condiciones del entorno exterior, pueden influir en la percepción del confort térmico. El estudio de estas variables permite identificar oportunidades para mejorar la experiencia espacial de los usuarios sin requerir necesariamente modificaciones complejas en las condiciones físicas del ambiente.

Bajo esta perspectiva, la RV se incorpora como una herramienta metodológica que amplía las posibilidades de investigación dentro de campos como la neuroarquitectura y los estudios de percepción ambiental. Mientras que la neurociencia y la arquitectura han demostrado que el entorno construido influye en diversos procesos perceptivos, las simulaciones inmersivas permiten recrear escenarios controlados donde los participantes pueden interactuar con distintas configuraciones espaciales y visuales manteniendo constantes las condiciones físicas del entorno. Esto facilita el análisis específico de las respuestas asociadas a los estímulos visuales y su relación con la percepción del confort térmico.

La simulación inmersiva se convierte así en un recurso valioso para la investigación arquitectónica al posibilitar la evaluación de múltiples alternativas de diseño antes de su implementación física. Su carácter experimental permite explorar diferentes combinaciones de variables visuales y comprender cómo estas pueden influir en la percepción de los usuarios dentro de contextos académicos. De esta manera, la investigación se inserta en una línea de estudio orientada a identificar oportunidades de diseño que contribuyan al confort térmico percibido y al bienestar de quienes utilizan los espacios universitarios.

2.2. Formulación Del Problema

La evaluación del confort térmico en espacios educativos se ha centrado tradicionalmente en variables físicas y ambientales medibles, tales como la temperatura del aire, la humedad relativa o la velocidad del viento. Esta situación representa una oportunidad para profundizar en el estudio de factores visuales capaces de influir en la percepción del confort térmico de los usuarios, considerando elementos como la presencia de vegetación, las características del entorno exterior, la riqueza cromática, la iluminación natural y la materialidad de los espacios.

Diversas investigaciones han evidenciado la relación existente entre los estímulos visuales y la percepción térmica. El estudio *Window Views Psychological Effects on Indoor Thermal Perception: A Comparison Experiment Based on Virtual Reality Environments* analizó cómo las vistas exteriores observadas desde las ventanas influyen en la percepción térmica interior mediante la interacción entre estímulos visuales y sensaciones térmicas. A través de simulaciones inmersivas, los autores evaluaron distintos escenarios visuales y determinaron que las vistas naturales contribuyen a mejorar la percepción del confort térmico, permitiendo una mayor tolerancia a las condiciones ambientales interiores y favoreciendo la experiencia de los usuarios (Wu et al., 2024).

Estos antecedentes evidencian el potencial de las simulaciones inmersivas para analizar la influencia de variables visuales sobre la percepción del confort térmico en condiciones controladas. Asimismo, permiten explorar configuraciones espaciales y ambientales que difícilmente podrían evaluarse de forma simultánea en espacios físicos reales. Desde esta perspectiva, la presente investigación busca aportar al entendimiento de cómo diferentes

atributos visuales del entorno arquitectónico pueden influir en la percepción del confort térmico dentro de espacios universitarios.

En función de lo expuesto, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo influyen las variables visuales del entorno arquitectónico en la percepción del confort térmico de los usuarios en espacios universitarios evaluados mediante Realidad Virtual?

2.2.1. Problema Central Asociado Al Objeto De Estudio

Persisten limitaciones en el conocimiento científico sobre la influencia de los estímulos visuales del entorno arquitectónico en la percepción del confort térmico de los usuarios en aulas universitarias, debido a la escasa aplicación de metodologías experimentales basadas en RV inmersiva dentro del campo de la neuroarquitectura.

2.2.2. Subproblemas Asociados Al Objeto De Estudio

- **Variables visuales:** Limitado conocimiento sobre la influencia de variables visuales, como el color, la textura, la configuración espacial y la relación con el entorno exterior, en la percepción del confort térmico de los usuarios.
- **Realidad Virtual:** Limitada aplicación de entornos inmersivos de RV para evaluar la influencia de las variables visuales sobre la percepción del confort térmico en espacios arquitectónicos.
- **Percepción de usuarios:** Limitado conocimiento sobre las respuestas perceptuales de los usuarios frente a diferentes configuraciones visuales asociadas al confort térmico.
- **Espacios universitarios:** Limitada incorporación de criterios perceptuales relacionados con el confort térmico en los procesos de evaluación y diseño de aulas universitarias.

2.3.Objeto De Estudio

2.3.1. Definición Del Objeto De Estudio

El objeto de estudio se centra en la relación entre las variables visuales del entorno arquitectónico y la percepción del confort térmico de los usuarios en espacios universitarios. Se analiza cómo atributos visuales como colores, texturas, configuraciones espaciales y características del entorno exterior influyen en la percepción térmica de los ocupantes dentro de escenarios simulados. Este enfoque busca aportar conocimiento sobre la influencia de los estímulos visuales en la experiencia espacial, contribuyendo al desarrollo de estrategias de diseño arquitectónico orientadas al confort, el bienestar y la sostenibilidad, en concordancia con los principios de la Neuroarquitectura.

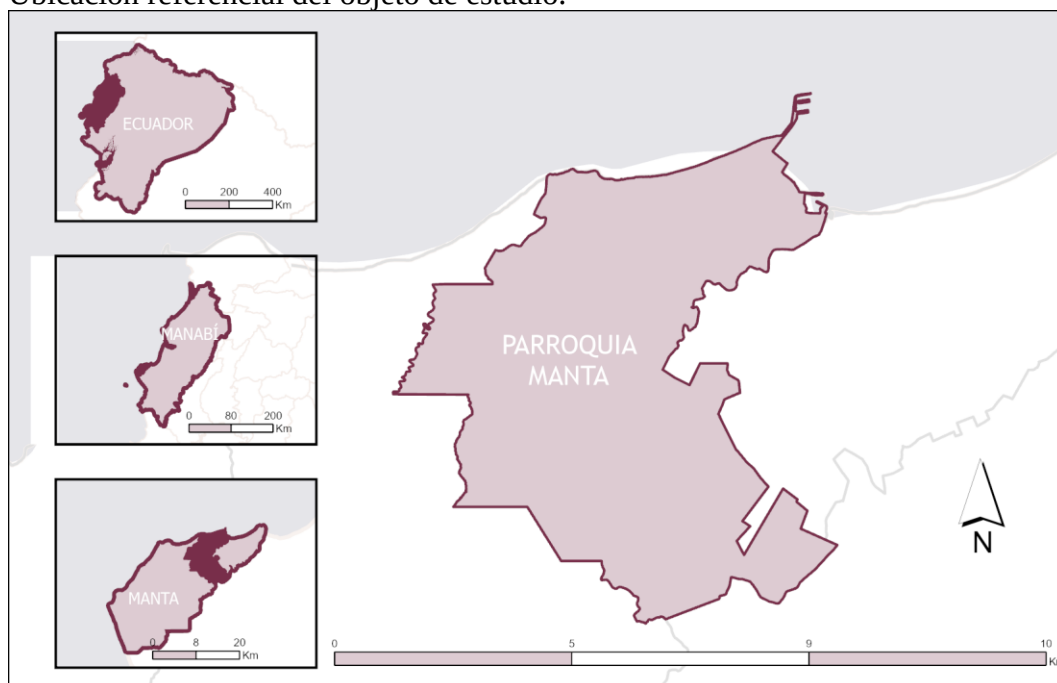
2.3.2. Delimitación Espacial

El estudio se desarrolla en el edificio de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), ubicado dentro del campus principal de la institución. Como caso de referencia se selecciona el aula 102, espacio base para la recreación del escenario arquitectónico mediante simulación en RV. La simulación contempla la configuración interior del aula 102 y las visuales exteriores inmediatas percibidas desde este espacio, incluyendo el ingreso principal del edificio de Arquitectura, los recorridos de circulación hacia la biblioteca y áreas administrativas, el pasillo de conexión entre edificaciones y la fachada lateral del bloque correspondiente a la Carrera de Derecho.

El desarrollo del caso de estudio y la experiencia inmersiva se llevaron a cabo dentro de las instalaciones del edificio de Arquitectura, específicamente en el laboratorio de computación destinado para la ejecución de las simulaciones.

Figura 1.

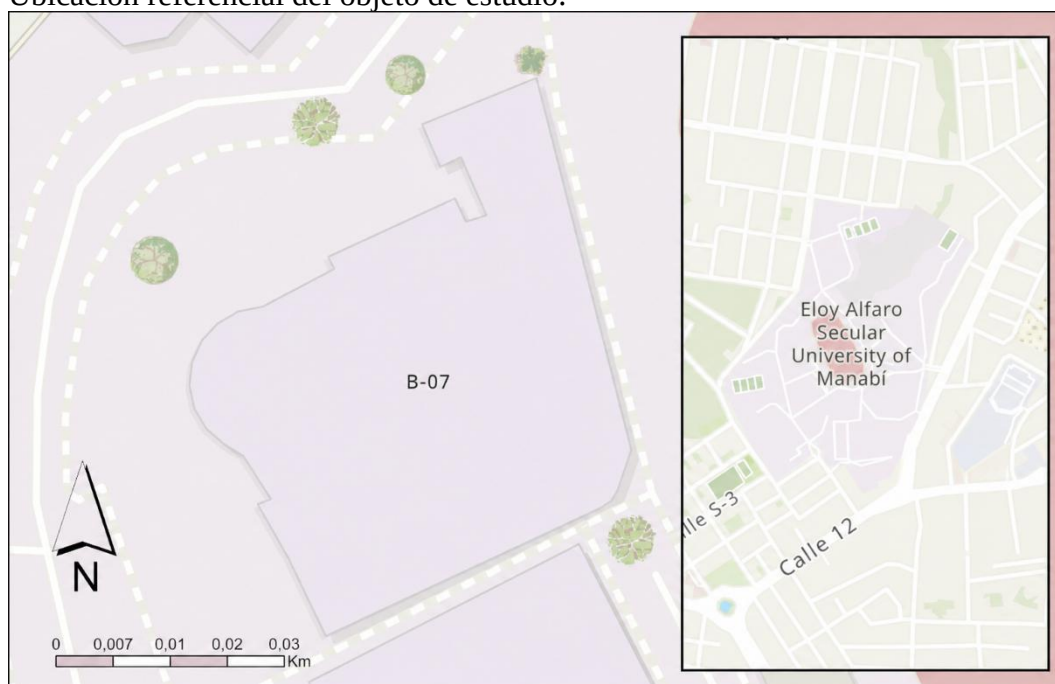
Ubicación referencial del objeto de estudio.



Nota. Elaboración Propia con el Sistema de ArcgisPro. **Fuente.** INEC.

Figura 2.

Ubicación referencial del objeto de estudio.



Nota. Elaboración Propia con el Sistema de ArcgisPro. **Fuente.** INEC.

2.3.3. Delimitación Temporal

La investigación se desarrolla durante el período académico 2025–2026, lapso en el que se ejecutan las actividades de revisión bibliográfica, caracterización del caso de estudio, desarrollo de escenarios experimentales mediante RV, aplicación de los instrumentos de recolección de información y análisis de la influencia de los estímulos visuales sobre la percepción del confort térmico de los estudiantes.

2.4.Campo De Acción De La Investigación

La investigación se enmarca en el Campo 3: Tecnología y Construcción, al incorporar la RV como herramienta metodológica para la evaluación experimental de la influencia de los estímulos visuales sobre la percepción del confort térmico en espacios universitarios. Asimismo, se vincula con el Campo 1: Proyectos Arquitectónicos, al aportar criterios técnicos que orienten el diseño de aulas universitarias desde una perspectiva centrada en la percepción del usuario y el confort ambiental.

2.5.Objetivos

2.5.1. Objetivo general

Analizar la influencia de los estímulos visuales del entorno arquitectónico sobre la percepción del confort térmico de los estudiantes en aulas universitarias de la carrera de Arquitectura de la matriz ULEAM, mediante entornos simulados con Realidad Virtual, con el propósito de fundamentar criterios de diseño orientados a optimizar el confort ambiental en espacios educativos.

2.5.2. Objetivos específicos

OE1 – Revisar la literatura científica relacionada con la percepción visual, la percepción del confort térmico, el confort ambiental y las aplicaciones de la Realidad Virtual en arquitectura, identificando fundamentos teóricos, metodologías e indicadores relevantes para la investigación.

OE2 – Caracterizar las condiciones físicas y ambientales del aula seleccionada y evaluar, mediante escenarios inmersivos de Realidad Virtual, la influencia de diferentes estímulos visuales sobre la percepción del confort térmico de los estudiantes.

OE3 – Fundamentar criterios y lineamientos de diseño orientados a optimizar el confort ambiental en aulas universitarias, a partir de los resultados obtenidos sobre la influencia de los estímulos visuales en la percepción del confort térmico.

2.6.Idea para defender

El diseño de espacios educativos orientados al confort ambiental, en un contexto de creciente variabilidad climática, requiere metodologías que permitan evaluar la respuesta perceptual de los usuarios durante las etapas previas a la materialización del proyecto arquitectónico. En este marco, la investigación sostiene que los estímulos visuales del entorno arquitectónico influyen en la percepción del confort térmico de los estudiantes y que la RV constituye un recurso metodológico válido para analizar dicha interacción mediante escenarios experimentales controlados. En consecuencia, los resultados obtenidos permitirán fundamentar criterios de diseño orientados a optimizar el confort ambiental en aulas universitarias desde una perspectiva perceptual.

2.7. Justificación

2.7.1. *Justificación Social*

La investigación se justifica socialmente por su contribución al fortalecimiento de la calidad ambiental de los espacios educativos, al analizar la incidencia de los estímulos visuales del entorno arquitectónico sobre la percepción del confort térmico de los estudiantes. Comprender esta interacción permitirá identificar condiciones espaciales que favorezcan el bienestar, la permanencia y el adecuado desarrollo de las actividades académicas. De esta manera, se podrán establecer criterios de diseño centrados en la experiencia perceptual de los usuarios, reconociendo que la configuración del ambiente influye en la valoración y apropiación cotidiana de las aulas universitarias.

2.7.2. *Justificación Arquitectónica*

Desde la disciplina arquitectónica, la investigación incorpora la RV como herramienta de simulación para evaluar anticipadamente la respuesta perceptual de los usuarios frente a distintas configuraciones espaciales. Este procedimiento permite analizar la influencia de la iluminación, la colorimetría y la presencia vegetal sobre la percepción del confort térmico, sin intervenir físicamente las aulas ni alterar sus condiciones existentes. Los resultados aportarán criterios técnicos para orientar la selección y organización de variables visuales durante el proceso de diseño, contribuyendo a optimizar el desempeño ambiental, la funcionalidad y la calidad espacial de los entornos educativos universitarios.

2.7.3. Justificación Académica

En el ámbito académico, la investigación contribuye a ampliar la evidencia científica sobre la interacción entre las variables visuales del entorno arquitectónico y la percepción del confort térmico en espacios educativos, campo que aún presenta una producción limitada dentro de la investigación arquitectónica. Asimismo, incorpora una metodología experimental basada en entornos inmersivos de RV, mediante la cual es posible controlar las condiciones espaciales y comparar las respuestas de los participantes. El estudio podrá constituirse en un referente para futuras investigaciones relacionadas con el confort ambiental, la percepción espacial y la aplicación de tecnologías inmersivas en arquitectura.

2.7.4. Justificación Institucional

Desde la perspectiva institucional, la investigación aplica una metodología basada en entornos inmersivos de RV para evaluar anticipadamente la influencia de las condiciones visuales del ambiente sobre la percepción del confort térmico de los estudiantes. La información obtenida permitirá reconocer configuraciones espaciales que favorezcan una valoración más confortable de las aulas universitarias, sin requerir intervenciones físicas durante la fase experimental. Estos resultados constituirán un insumo técnico para orientar procesos de planificación, adecuación y optimización de la infraestructura educativa, fortaleciendo la toma de decisiones dirigida al mejoramiento de su calidad ambiental y espacial.

2.8.Operacionalización de variables

2.8.1. Variable Independiente

Corresponde al análisis de los estímulos visuales del entorno arquitectónico evaluados mediante RV. Esta variable estudia cómo atributos como el entorno exterior, la colorimetría, la materialidad y la configuración espacial del aula influyen en la percepción del confort térmico del usuario, a través de escenarios inmersivos que permiten controlar y modificar dichas variables visuales dentro de un entorno simulado.

Tabla 1.
Operacionalización de la Variable Independiente.

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Ítem	Instrumento	Resultado esperado
Estímulos visuales del entorno arquitectónico evaluados mediante RV	Conjunto de atributos visuales del entorno arquitectónico, como color, materialidad, vegetación, apertura visual y configuración espacial, que pueden ser modificados dentro de una simulación de RV para analizar su influencia en la percepción del confort térmico.	Estímulos visuales del entorno arquitectónico	Entorno exterior	Tipo de vista exterior seleccionada	Encuesta de percepción del confort térmico, Observación estructurada del comportamiento.	R1- Identificar las características visuales del entorno que influyen en la percepción de confort térmico. R2- Determinar las configuraciones de color, materialidad, espacialidad y entorno exterior preferidas. R3- Reconocer patrones de diseño asociados al confort percibido.
				Presencia de vegetación percibida		
				Nivel de apertura visual		
			Colorimetría del espacio	Color seleccionado para el aula		
			Materialidad y textura	Tipo de textura seleccionada		
				Material predominante elegido para el espacio		
				Percepción térmica visual del material (frío / neutro / cálido)		
		Experiencia de simulación en RV	Configuración espacial visual	Preferencia del participante sobre la materialidad	Encuesta de experiencia en RV, Ficha de observación estructurada de la experiencia, Entrevista a especialista en tecnología.	R1- Evaluar el nivel de inmersión percibido por los usuarios. R2- Analizar la interacción y navegación dentro del entorno virtual. R3- Verificar la funcionalidad de la RV como medio de simulación arquitectónica.
				Organización espacial percibida (ordenada / neutra / desordenada)		
				Configuración final elegida por el participante		
			Inmersión percibida	Nivel de realismo percibido del entorno		
			Interacción con el entorno	Coherencia visual del entorno virtual		
				Facilidad de exploración del aula virtual		
		Navegación y usabilidad		Tiempo de adaptación al entorno virtual		
				Fluidez de la navegación		
				Control del movimiento dentro del espacio		
				Claridad de las instrucciones del sistema		

Nota: Elaboración propia, detalla la operacionalización de la variable independiente

2.8.2. Variable Dependiente

Se relaciona con la percepción de los usuarios sobre los espacios arquitectónicos y su confort, considerando los factores visuales, térmicos y ambientales. Esta variable refleja la respuesta o efecto que surge al aplicar la RV en el proceso de análisis espacial.

Tabla 2.
Operacionalización de la Variable Independiente.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Ítem	Instrumento	Resultado esperado
Percepción del confort térmico	Valoración subjetiva del usuario sobre la sensación de bienestar térmico dentro de un entorno arquitectónico simulado mediante RV, en función de estímulos visuales y sensoriales.	Sensación y confort térmico percibido	Nivel de sensación térmica	Sensación térmica del espacio (frío – neutro – cálido)	Encuesta de percepción del confort térmico, Observación estructurada del comportamiento, Entrevista a especialista en bioclimática y tecnología arquitectónica.	R1- Determinar el nivel de sensación térmica y confort percibido en el entorno virtual.
			Nivel de grado de comodidad percibida	Nivel de confort térmico percibido (bajo – medio – alto)		
		Influencia sensorial del entorno	Influencia de los estímulos visuales en la percepción térmica	Influencia del entorno exterior sobre la percepción térmica.		R2. Analizar la influencia de los estímulos sensoriales del entorno sobre la percepción del confort térmico.
				Influencia de la colorimetría en la percepción térmica.		
				Influencia de la materialidad y textura en la percepción térmica.		
				Influencia de la configuración espacial en la percepción térmica.		
				Influencia de los estímulos sonoros en la percepción térmica.		
		Preferencia del usuario por configuraciones visuales asociadas al confort térmico	Preferencia espacial del usuario	Configuración espacial preferida.		R3. Identificar las configuraciones visuales del entorno arquitectónico que generan mayor percepción de confort térmico y preferencia por parte de los usuarios.
				Entorno exterior preferido.		
				Color predominante preferido.		
				Materialidad preferida.		
				Elementos visuales considerados más confortables.		

Nota: Elaboración propia, detalla la operacionalización de la variable dependiente

2.9. Tareas Científicas Desarrolladas

Este proyecto de investigación se orienta al análisis de la percepción térmica-visual en espacios educativos mediante el uso de RV como herramienta de simulación, con el fin de

comprender cómo los estímulos visuales influyen en la percepción térmica del usuario en entornos académicos.

2.9.1. Tc1: Revisión Bibliográfica y Análisis Crítico de Percepción Visual, Térmica y Confort en Entornos Educativos

Se realiza una revisión bibliográfica sobre percepción visual y térmica, confort ambiental y el uso de la RV en entornos educativos, con el propósito de comprender los principales enfoques teóricos y metodológicos del tema. Además, busca identificar modelos e indicadores que fortalezcan un marco conceptual sólido para analizar la relación entre estímulos visuales, percepción térmica y confort en espacios académicos.

2.9.2. Tc2: Diagnóstico Del Estado Actual De Un Aula Representativa

Se contempla la selección de un aula representativa, considerando sus condiciones ambientales, la tecnología disponible, la adaptabilidad del espacio y los servicios existentes. Posteriormente, se realizará una simulación en RV para analizar cómo distintos estímulos visuales influyen en la percepción térmica y visual de los usuarios, identificando fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) del espacio estudiado.

2.9.3. Tc3: Propuesta de Estrategias para la Mejora de la Percepción Térmica-Visual en Aulas Universitarias

Se propone desarrollar estrategias y lineamientos que optimicen la experiencia sensorial y ambiental en las aulas universitarias, con el objetivo de mejorar el confort y el bienestar de los usuarios. Estas propuestas se plantean como una guía de referencia para futuras intervenciones y mejoras en los entornos educativos.

3. Capítulo I. Marco Referencial y Legal

3.1.Marco antropológico

En la evolución del ser humano, el espacio surgió como una necesidad primaria asociada a la supervivencia, al proporcionar refugio y protección frente al entorno. Sin embargo, una vez satisfechas estas necesidades básicas, comenzó a adquirir una dimensión social y simbólica que trascendió su función material. Hall (1966) señala que el espacio simboliza los sistemas organizativos que jerarquizan las relaciones y distancias entre las personas, mientras que, Hillier & Hanson (1984) sostienen que la configuración espacial expresa y reproduce formas de organización social, influyendo en los patrones de relación y comportamiento de sus ocupantes, lo que evidencia que habitar constituye un acto eminentemente cultural.

Desde esta perspectiva, el espacio deja de entenderse únicamente como un soporte físico para convertirse en un vehículo de identidad y cultura. Tomas (2002) sostiene que los entornos arquitectónicos deben responder a los ritmos culturales y a los valores del nuevo orden social, mientras que Cao et al. (2024) destacan que la arquitectura influye en la percepción de las personas, moldeando la manera en que el espacio es experimentado e interpretado en función de la cultura y las dinámicas sociales. En consecuencia, el espacio responde a necesidades funcionales y actúa como un marco simbólico donde se construyen significados, relaciones e identidades colectivas.

La comprensión de este espacio vivido implica reconocer que la percepción constituye el mecanismo mediante el cual las personas organizan e interpretan la realidad que las rodea. Di Russo (n.d.) define que la teoría de la Gestalt sostiene que la mente humana organiza de forma natural los elementos percibidos en totalidades coherentes, siguiendo el principio de que “el todo

es más que la suma de sus partes”, lo que explica nuestra tendencia a percibir estructuras completas en lugar de fragmentos aislados. Esta aproximación se complementa con la perspectiva existencialista de Merleau (1945), quien plantea que la percepción es corporizada, integrando cuerpo, movimiento y experiencia personal, situando al sujeto en el centro de la vivencia espacial.

En esta misma línea, Heidegger (1927) plantea que la comprensión del espacio surge desde la condición del “ser-en-el-mundo”, donde el ser humano no percibe el entorno como un objeto aislado, sino a partir de las relaciones, usos y significados que construye en la experiencia cotidiana. Desde una perspectiva contemporánea, Abbas et al. (2024) señalan que, según investigaciones desarrolladas en los campos de la neurociencia y la arquitectura, las respuestas emocionales de los individuos pueden verse afectadas por diferentes formas arquitectónicas interiores, evidenciando que la percepción espacial constituye un fenómeno simultáneamente sensorial, cultural y existencial.

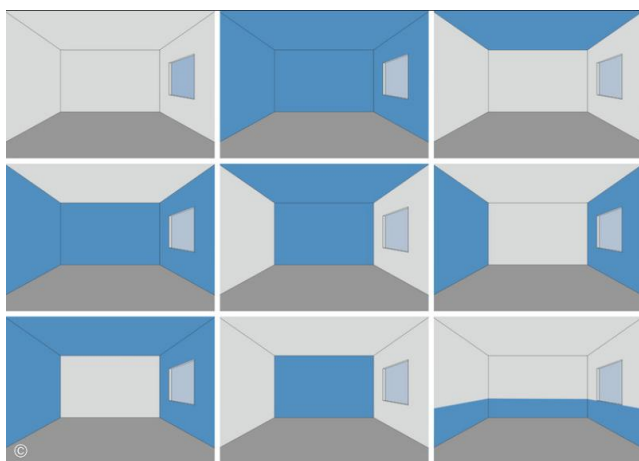
La experiencia espacial también se configura mediante procesos cognitivos y emocionales, debido a que la relación entre el individuo y el entorno construido es recíproca. Según Lotito Catino (2009), , Lewin estableció que “Así como el sujeto actúa sobre el medio ambiente, el medio ambiente también está en grado de afectar a la persona de manera profunda”. De forma complementaria, “Nuestro entorno físico está lleno de estímulos que pueden afectar nuestra conducta” FIDE (2023) . En esta línea, Jelić et al. (2016) sostienen que la manera en que las personas perciben, experimenta y se relacionan con la arquitectura depende de las características del entorno y de las posibilidades de interacción que este ofrece al cuerpo. Por tanto, la experiencia espacial se construye mediante la relación entre las propiedades físicas del ambiente, los estímulos percibidos y la interpretación del usuario.

Esta concepción permite comprender cómo los elementos visuales del entorno arquitectónico influyen en la experiencia espacial. Wu et al. (2023a) señalan que aún existe escasa evidencia sobre la relación entre características como el color, la iluminación, la forma o la composición espacial y la percepción del confort térmico.

En este contexto, “El color tiene un impacto significativo en la psique de las personas: los colores pueden cambiar completamente el estado de ánimo de una persona porque el cerebro reacciona de forma diferente a los colores individuales” (Jaglarz, 2023). Asimismo, “La disposición de los colores o texturas en un entorno cambian su perspectiva, haciendo que la habitación parezca más alta, más larga, más ancha o resaltando un elemento en particular” (Souza, 2020). Estas evidencias muestran que las cualidades visuales modifican tanto la apariencia del ambiente como la forma en que es interpretado y experimentado por sus ocupantes.

Figura 3.

Efecto de la aplicación del color sobre la percepción espacial.



Nota. La distribución del color sobre diferentes superficies (paredes, techo y zócalos) modifica la percepción visual de las dimensiones y proporciones del espacio sin alterar su configuración física. **Fuente.** (Souza, 2020).

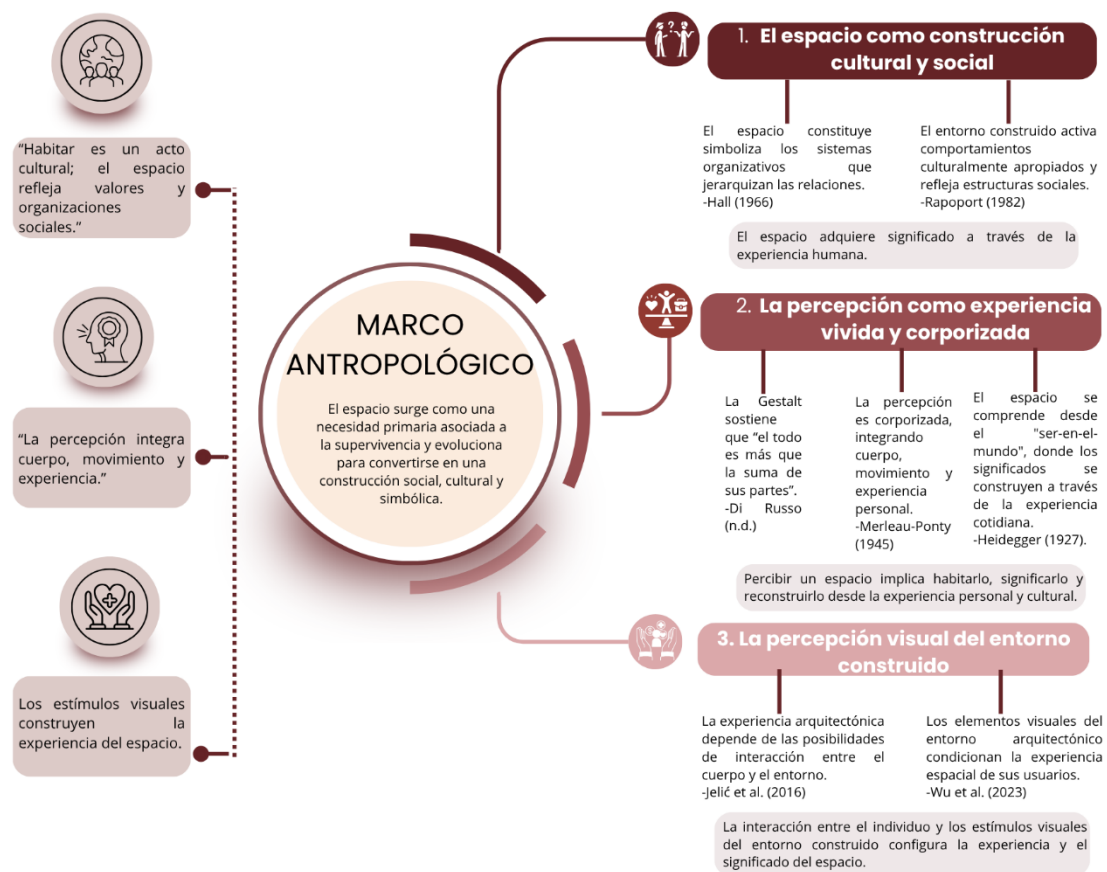
En este escenario, la RV permite trasladar estos principios perceptivos a entornos simulados y analizar las respuestas de las personas frente a distintas configuraciones espaciales, manteniendo un mayor control sobre los estímulos presentados. Slater & Sanchez-Vives (2016a) destacan que el objetivo técnico de la RV es sustituir las percepciones sensoriales reales por aquellas generadas por ordenador, creando una experiencia capaz de ser percibida como coherente por el usuario.

En concordancia, Fajnzylber et al. (2024) exponen que “El usuario de lo virtual habita un nuevo espacio, percibe nuevos límites, nuevas distancias, su mirada se desplaza, su atención cambia”, lo que evidencia que la experiencia virtual modifica la forma de relacionarse con el entorno. Asimismo, Pinargote et al. (2025) señalan que, al proporcionar entornos inmersivos, esta tecnología fomenta una mayor participación y facilita experiencias prácticas orientadas a la exploración y comprensión del espacio.

A partir de estos fundamentos surge el interés por estudiar la percepción espacial mediante metodologías inmersivas. La concepción antropológica del espacio como una construcción cultural, simbólica y vivida encuentra en la RV una herramienta capaz de recrear experiencias controladas sin desvincularlas de la experiencia humana.

En el presente estudio, la simulación de variaciones en la iluminación, la temperatura percibida, la vegetación y la colorimetría dentro de un aula de la ULEAM permite integrar los fundamentos culturales del habitar con el análisis contemporáneo de la percepción espacial. De esta manera, es posible comprender cómo los estudiantes construyen percepciones de confort y atribuyen significado a un mismo espacio cuando sus características visuales son modificadas mediante entornos virtuales.

Figura 4.
Diagrama del Marco Antropológico.



Nota. Elaboración Propia

3.2.Marco Teórico

3.2.1. *Environmental Psychology of Built Environment - Psicología del Comportamiento*

Humano en Espacios Construidos

Esta teoría sostiene que la relación entre las personas y el entorno construido no depende exclusivamente de las propiedades físicas del espacio, sino de los procesos mediante los cuales los individuos perciben, interpretan y atribuyen significado a las características del ambiente. Desde esta perspectiva, el espacio trasciende su condición material para constituirse como un

sistema de estímulos físicos, espaciales y simbólicos que influye en la experiencia humana, condicionando las formas de interacción, apropiación y uso del entorno.

Uno de los principales exponentes de este enfoque es Rapoport (1990), quien plantea que la relación entre las personas y el entorno construido se desarrolla a partir de los significados que los usuarios atribuyen a sus elementos físicos, los cuales se encuentran condicionados por factores culturales y orientan la manera de percibir, valorar y utilizar los espacios. Con ello, el análisis deja de centrarse únicamente en las características objetivas del ambiente para incorporar los procesos de interpretación que median la experiencia espacial.

En concordancia con esta perspectiva, Sommer (1969) amplía este planteamiento al demostrar que las personas regulan sus relaciones sociales mediante la organización del espacio, estableciendo límites espaciales que permiten controlar la interacción, la privacidad y el confort. De esta manera, las condiciones físicas del entorno dejan de entenderse como elementos neutros para reconocerse como factores que pueden facilitar o restringir determinadas formas de comportamiento e interacción.

El desarrollo posterior de esta corriente permitió comprender que el entorno construido no solo organiza actividades, sino que también comunica información que es interpretada por quienes lo habitan. En este sentido, Boadbert (1977) sostiene que los edificios transmiten constantemente mensajes visuales, acústicos y térmicos, los cuales son percibidos e interpretados de acuerdo con la experiencia personal de cada observador. Esta perspectiva amplía el estudio de la arquitectura al considerar que la experiencia espacial también depende de la manera en que los usuarios procesan los estímulos del ambiente.

Desde esta misma línea, Eren & Feyzan Erkip (2004) argumentan que el diseño arquitectónico debe fundamentarse en el conocimiento del comportamiento humano, integrando las necesidades físicas y psicológicas de los usuarios para generar entornos contruidos que respondan de manera efectiva a sus formas de habitar el espacio. En consecuencia, el proceso de diseño deja de orientarse exclusivamente hacia la configuración física del edificio para incorporar el análisis de las respuestas y experiencias que dicho entorno puede favorecer, limitar o transformar.

La relación entre el diseño arquitectónico y el comportamiento humano fue posteriormente objeto de diversas revisiones críticas. Lee (1984), al retomar los planteamientos de Herbert Gans, señala que entre el entorno físico y el comportamiento observable median los sistemas sociales y las normas culturales, por lo que el entorno construido constituye un "entorno potencial" que solo adquiere un significado efectivo mediante la interpretación y el uso de sus ocupantes.

En la misma línea, Dragos et al. (2013), a partir del planteamiento de Maurice Broady, explican que el determinismo arquitectónico concibe el ambiente físico como una variable capaz de producir efectos directos sobre el comportamiento humano. Frente a esta postura, los autores advierten que las personas no responden de manera pasiva a las configuraciones espaciales, sino que adaptan, reinterpretan y transforman los entornos de acuerdo con sus necesidades, experiencias y dinámicas sociales. En consecuencia, un mismo espacio puede generar experiencias distintas según las características socioculturales de quienes lo utilizan.

Este enfoque proporciona una base conceptual para comprender que la experiencia del entorno construido surge de la interacción entre las características físicas del espacio, los

procesos perceptivos y los significados construidos por sus usuarios. Bajo esta perspectiva, las respuestas frente al ambiente no constituyen una consecuencia automática de la configuración espacial, sino el resultado de la interacción entre el individuo y el entorno. En consecuencia, este planteamiento sustenta el análisis de la influencia de las condiciones ambientales del aula sobre la experiencia espacial de los estudiantes, permitiendo interpretar las respuestas obtenidas desde una perspectiva relacional y no determinista.

3.2.2. Neuroarchitecture - Neuroarquitectura

La neuroarquitectura surge de la integración entre la arquitectura y las neurociencias con el propósito de comprender cómo las características del entorno construido influyen en la actividad cerebral, la percepción, las emociones y el comportamiento humano. Este campo sostiene que la experiencia espacial resulta de la interacción entre los estímulos físicos del ambiente y los procesos neurocognitivos que intervienen en su interpretación, incorporando el conocimiento derivado de las neurociencias al proceso de diseño arquitectónico.

Eberhard (2009), uno de los principales impulsores de esta disciplina, sostiene que el diseño arquitectónico puede influir en los procesos cerebrales relacionados con la percepción, las emociones y el comportamiento. A partir de este planteamiento, la arquitectura trasciende su función tradicional para incorporar el conocimiento del funcionamiento cerebral como un criterio que permite comprender la relación entre las personas y el espacio construido, sentando las bases de un diseño sustentado en evidencia científica.

El desarrollo de esta disciplina estuvo acompañado por la incorporación de herramientas que permitieron estudiar la experiencia arquitectónica desde una perspectiva objetiva. García (2022) define la neuroarquitectura como el acto de “diseñar entornos eficientes basados no solo

en parámetros técnicos de legislación, ergonomía y confort ambiental, sino también en índices subjetivos como la emoción, la felicidad y el bienestar”. Sobre esta base, Higuera-Trujillo et al. (2021), a partir de una revisión sistemática, evidencian que la investigación contemporánea integra aportes de la arquitectura, la psicología ambiental y las neurociencias para explicar cómo variables como la iluminación, la materialidad, la geometría, la configuración espacial y otros estímulos ambientales influyen en el procesamiento neurocognitivo, la percepción y el bienestar de los usuarios.

La consolidación de la neuroarquitectura también se apoya en investigaciones aplicadas que demuestran la influencia del diseño sobre la experiencia humana. Chaudhury et al. (2006) evidencian que los entornos hospitalarios concebidos bajo criterios centrados en el usuario favorecen experiencias más positivas durante la estancia hospitalaria, poniendo de manifiesto que las decisiones proyectuales pueden modificar las respuestas emocionales y fisiológicas de las personas. En continuidad con estos avances, Coburn et al. (2017) proponen que la experiencia arquitectónica sea evaluada mediante la integración de mediciones fisiológicas, técnicas de evaluación cognitiva y valoraciones subjetivas, fortaleciendo el estudio científico de la percepción espacial y proporcionando herramientas para comprender cómo el cerebro procesa los estímulos del entorno construido.

Como resultado de esta evolución, la neuroarquitectura ha ampliado progresivamente su campo de aplicación hacia distintos ámbitos del diseño. Mora (2014) señala que la neuroarquitectura incorpora conocimientos de las neurociencias al diseño arquitectónico con el propósito de concebir espacios que respondan de manera más adecuada al funcionamiento cerebral y a las necesidades de sus usuarios.

Estos planteamientos proporcionan una base conceptual para comprender que las condiciones físicas del entorno actúan como estímulos capaces de desencadenar respuestas sensoriales, cognitivas y emocionales. Bajo este enfoque, variables como la iluminación, la materialidad, la geometría, la configuración espacial y la presencia de elementos naturales constituyen factores que intervienen en la forma en que las personas perciben y experimentan un ambiente. En este sentido, la teoría sustenta la interpretación de cómo las modificaciones introducidas en las condiciones ambientales del aula pueden influir en la percepción espacial de los estudiantes, entendiendo dichas respuestas como el resultado de la interacción entre las características del entorno construido y los procesos neurocognitivos que participan en la experiencia espacial.

3.2.3. Technological Innovation Theory - Teoría de la Innovación tecnológica.

La teoría de la innovación tecnológica estudia la generación, desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías como un proceso mediante el cual se transforman productos, procesos y métodos de trabajo. Desde esta perspectiva, la innovación trasciende la creación de nuevos bienes para comprender la evolución del conocimiento tecnológico y su aplicación en distintos contextos, constituyéndose en un mecanismo continuo de transformación y mejora.

Los fundamentos de esta perspectiva se remontan a Schumpeter (1934), quien planteó que la innovación constituye el motor del desarrollo mediante la introducción de nuevas combinaciones de productos, procesos, mercados y formas de organización. Aunque su propuesta surgió desde el análisis económico, estableció las bases para comprender la innovación como un proceso de transformación que posteriormente dio origen al desarrollo de los estudios sobre innovación tecnológica.

Sobre esta base, Freeman & Soete (1982) ampliaron este planteamiento al explicar que la innovación tecnológica no depende únicamente de la invención, sino también de los procesos de investigación, aprendizaje, desarrollo y difusión que permiten generar, incorporar y perfeccionar nuevas tecnologías. En concordancia con esta perspectiva, Dosi (1982) sostiene que el cambio tecnológico sigue paradigmas y trayectorias que orientan el desarrollo de las innovaciones, evidenciando que la evolución tecnológica responde a procesos acumulativos de generación, aplicación y perfeccionamiento del conocimiento, más que a transformaciones aisladas.

La consolidación de esta perspectiva se fortaleció con los aportes de Pavitt (1984), quien demostró que las fuentes, capacidades y dinámicas de innovación varían según las características de cada sector, por lo que el desarrollo tecnológico depende del contexto en el que se genera y aplica el conocimiento. Desde una perspectiva complementaria, Estrada et al. (2019) señalan que la innovación tecnológica constituye un proceso estratégico sustentado en la generación y aplicación del conocimiento, la investigación y el aprendizaje continuo, mediante el cual las organizaciones desarrollan e implementan nuevas ideas, productos y procesos para responder a las necesidades de su entorno. Asimismo, Narváez (2023) explica que la innovación tecnológica integra aportes provenientes de distintas corrientes teóricas y evoluciona como un proceso orientado al cambio tecnológico, la gestión del conocimiento y la generación de soluciones que favorecen la adaptación y el desarrollo de las organizaciones.

Estos planteamientos proporcionan una base conceptual para comprender la incorporación de tecnologías emergentes en los procesos de investigación y diseño arquitectónico. Desde este enfoque, la RV representa una tecnología emergente que amplía las posibilidades de representación, experimentación y evaluación del entorno construido,

permitiendo desarrollar metodologías para el análisis de la percepción espacial mediante escenarios virtuales controlados.

3.2.4. *Presence Theory in Virtual Reality -Teoría de la presencia inmersiva*

La teoría de la presencia inmersiva estudia la experiencia subjetiva que experimentan los usuarios al interactuar con entornos virtuales, entendida como la sensación de encontrarse físicamente dentro del espacio simulado. Desde este enfoque, la experiencia de presencia no depende únicamente de las capacidades tecnológicas del sistema, sino también de la manera en que el usuario procesa e interpreta los estímulos sensoriales generados durante la interacción con el entorno virtual.

Los fundamentos de esta teoría fueron establecidos por Steuer (1992), quien explicó que la experiencia en RV está determinada por el nivel de vivez e interactividad que ofrece el sistema. Sobre esta base, Lombard & Ditton (1997) definieron la presencia como la percepción de "*estar allí*" dentro de un entorno mediado tecnológicamente, destacando que constituye el vínculo entre las características del medio y la experiencia del usuario. Posteriormente, Slater (2009) profundizó este planteamiento al sostener que la presencia emerge cuando los estímulos sensoriales y la interacción generan una experiencia suficientemente convincente para que el usuario responda al entorno virtual como si se encontrara en un espacio real.

El desarrollo posterior de esta teoría permitió comprender los factores que fortalecen la experiencia inmersiva y su influencia sobre la percepción espacial. Slater & Wilbur (1997) distinguieron la inmersión como una propiedad objetiva del sistema tecnológico y la presencia como la respuesta psicológica experimentada por el usuario, estableciendo que ambas, aunque relacionadas, representan conceptos diferentes. Esta distinción resulta fundamental, ya que un

entorno puede ofrecer altos niveles de inmersión tecnológica sin generar necesariamente una elevada sensación de presencia en todos los usuarios. En concordancia con ello, Meehan et al. (2002) evidenciaron que los entornos virtuales con mayor realismo pueden provocar respuestas fisiológicas y emocionales comparables a las experimentadas en situaciones reales. De manera complementaria, Sanchez-Vives & Slater (2005) explican que la participación activa del usuario y la integración coherente de los estímulos sensoriales constituyen factores determinantes para consolidar la sensación de presencia.

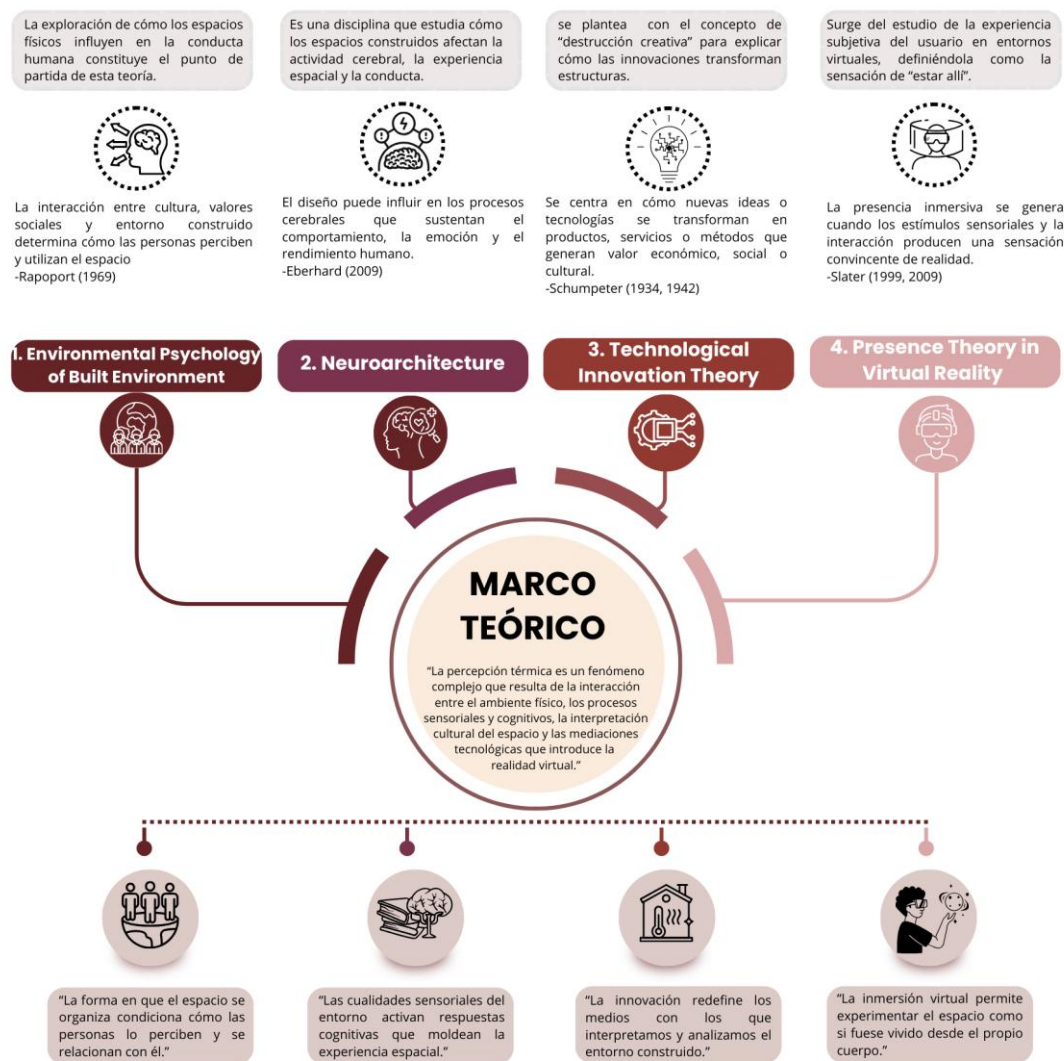
A pesar de su amplio desarrollo, esta teoría ha sido objeto de diversas revisiones. Heeter (1992) advirtió que la experiencia de presencia también está condicionada por factores individuales, las expectativas y el contexto de interacción. Asimismo, Witmer & Singer (1998) señalaron que su evaluación resulta compleja debido a la influencia de variables cognitivas y psicológicas que intervienen durante la experiencia inmersiva.

En respuesta a estas limitaciones, Slater (2018) profundizó el estudio de la presencia al explicar que esta constituye un proceso dinámico que emerge de la interacción continua entre el usuario, el entorno virtual y las respuestas perceptivas generadas durante la inmersión. De forma complementaria, Lombard & Jones (2015) ampliaron esta perspectiva al proponer enfoques que integran la experiencia subjetiva, la interacción y las características tecnológicas del entorno virtual para fortalecer su evaluación.

Estos planteamientos proporcionan una base conceptual para comprender que las respuestas obtenidas en entornos de RV no dependen exclusivamente de las capacidades técnicas del sistema, sino también del grado de presencia alcanzado durante la experiencia inmersiva. Desde esta perspectiva, la RV constituye un medio que permite analizar la percepción espacial

en escenarios virtuales controlados, favoreciendo la interpretación de las respuestas de los estudiantes a partir de la interacción entre el usuario, el entorno virtual y las variaciones ambientales incorporadas en cada escenario.

Figura 5.
Diagrama del Marco Teórico.



Nota. Elaboración Propia

3.3.Marco conceptual

3.3.1. *Percepción Térmica-Visual*

La percepción térmica-visual es el proceso mediante el cual las personas interpretan las condiciones térmicas de un espacio a partir de la información que reciben tanto del ambiente físico como de los estímulos visuales presentes en el entorno. Este concepto reconoce que la sensación de confort térmico no depende exclusivamente de la temperatura real, sino también de factores psicológicos, cognitivos y contextuales que intervienen en la experiencia del usuario Lenzholzer & de Vries (2020)

Dentro de estos estímulos, las características del paisaje visible desempeñan un papel importante en la construcción de la experiencia térmica. La presencia de vegetación y de vistas naturales favorece una percepción de mayor confort, aun cuando las condiciones ambientales permanezcan constantes Jiang et al. (2022). Asimismo, las diferencias cognitivas entre los individuos hacen que la percepción térmica varíe de una persona a otra, evidenciando que el confort es una experiencia subjetiva influenciada por la forma en que cada usuario interpreta el espacio Schweiker et al. (2018) En este sentido, las vistas verdes mejoran la percepción del confort térmico Ko et al. (2020a) mientras que los estímulos visuales pueden modificar la sensación térmica sin alterar las condiciones físicas del ambiente Parkinson et al. (2021)

En esta investigación, la percepción térmica-visual se entiende como la interpretación subjetiva que realizan los estudiantes sobre el confort térmico de los espacios educativos a partir de la interacción entre las condiciones ambientales y los estímulos visuales del entorno. Este concepto constituye la base para analizar cómo la calidad de la vista exterior influye en la experiencia ambiental de los usuarios.

3.3.2. *La RV Como Herramienta para la Percepción Visual*

La calidad de vista exterior se refiere al conjunto de características del paisaje observable desde un espacio interior que influyen en la percepción ambiental del Kent et al. (2020). Este concepto integra atributos como la presencia de vegetación, la amplitud y profundidad visual, la apertura hacia el cielo y la composición del paisaje, elementos que determinan la calidad de la experiencia visual y condicionan la manera en que las personas valoran el ambiente Zakšek et al. (2011)

La evidencia científica muestra que las vistas hacia áreas verdes generan mayores niveles de satisfacción ambiental y favorecen una percepción térmica más confortable que aquellas dominadas por superficies construidas Ko et al. (2020b). Del mismo modo, la presencia de vegetación visible desde el interior contribuye al bienestar ambiental y mejora la percepción del confort térmico de los ocupantes Wu et al. (2023b). En conjunto, estos atributos permiten comprender que la calidad de la vista exterior constituye un componente relevante en la experiencia espacial y en la valoración perceptual del ambiente construido.

En el contexto de esta investigación, la calidad de vista exterior corresponde al conjunto de estímulos visuales que serán analizados para determinar su influencia sobre la percepción térmica-visual. Su incorporación permite establecer criterios para evaluar cómo las características del paisaje visible pueden contribuir al confort ambiental en los espacios educativos, identificando aquellos atributos visuales que favorecen una experiencia térmica más confortable y orientan la toma de decisiones durante el diseño arquitectónico.

3.3.3. Paisaje Visual y Calidad de Vista

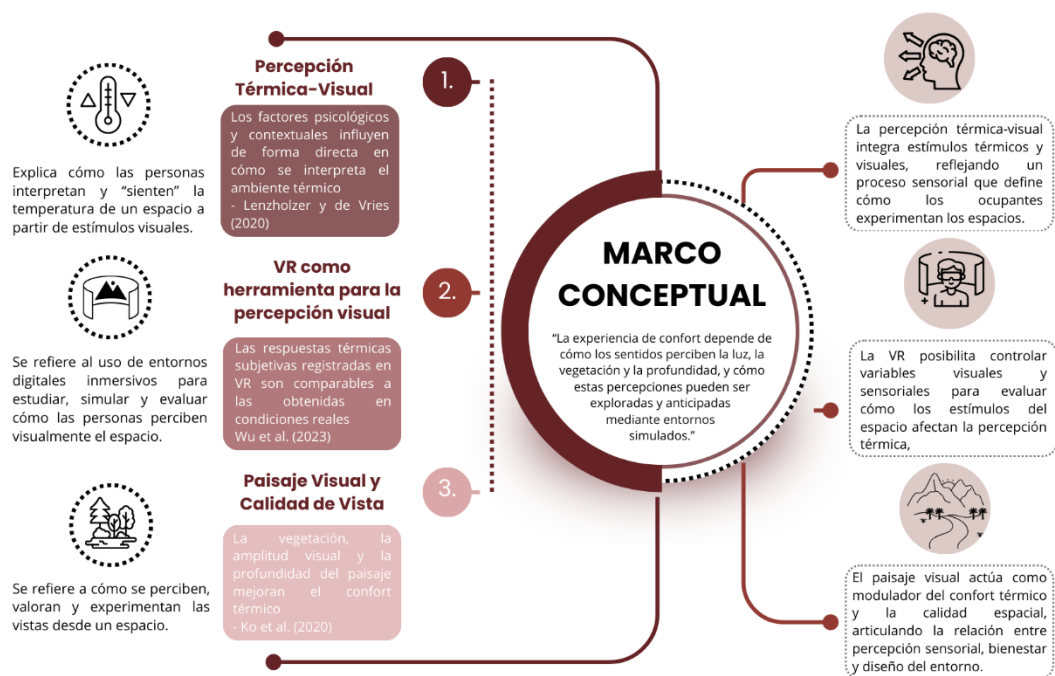
La RV inmersiva es una tecnología que permite recrear entornos tridimensionales interactivos en los que el usuario experimenta una sensación de presencia similar a la de un espacio físico Slater & Sanchez-Vives (2016b). Su principal característica es la posibilidad de generar escenarios controlados en los que es posible modificar variables específicas del entorno sin intervenir las condiciones reales, lo que facilita el análisis de la percepción ambiental y del comportamiento espacial Kelly et al. (2022)

La utilización de esta tecnología en investigaciones sobre confort ambiental ha demostrado que las respuestas subjetivas obtenidas en entornos virtuales presentan un alto grado de correspondencia con las registradas en escenarios físicos reales Wu et al. (2023c). Asimismo, las diferencias fisiológicas entre la experiencia virtual y la experiencia física son mínimas, lo que respalda la validez de la RV como medio para evaluar la percepción ambiental Yeom et al. (2019). Además, el control simultáneo de variables como la iluminación, el color y las características del paisaje permite analizar la interacción entre diferentes estímulos sensoriales durante la construcción de la experiencia espacial Wu et al. (2023d).

En esta investigación, la RV inmersiva constituye el medio experimental mediante el cual se evaluará la influencia de la calidad de la vista exterior sobre la percepción térmica-visual. Su utilización permitirá mantener condiciones homogéneas para todos los participantes y comparar objetivamente las respuestas obtenidas en los diferentes escenarios de estudio. Asimismo, facilitará la identificación de los estímulos visuales que generan mayores variaciones en la percepción del confort térmico, aportando información útil para fundamentar criterios de diseño en espacios educativos.

Figura 6.

Diagrama del Marco Conceptual.

**Nota.** Elaboración Propia

3.4.Marco Jurídico

El presente marco jurídico reúne normas nacionales e internacionales que respaldan el uso de RV para evaluar percepción espacial, térmica y visual en arquitectura. En conjunto, estas regulaciones avalan técnicamente el análisis de cómo clima, vegetación y condiciones del espacio influyen en la experiencia del usuario.

3.4.1. Normativas Nacionales

3.4.1.1.Constitución del Ecuador.

En el contexto de esta investigación, la Constitución de La República Del Ecuador (2008) proporciona la base que legitima el estudio de la percepción del ambiente, el confort y la

integración de elementos bioclimáticos mediante herramientas tecnológicas como la RV. Los artículos pertinentes se transcriben íntegramente por su carácter de dominio público.

Artículo 14. “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.”

Este principio puede ser entendido desde la manera en que las personas perciben y experimentan los espacios que habitan. La percepción térmica y sensorial forma parte del bienestar ambiental, ya que el confort que proporcionan los entornos construidos influye directamente en la calidad de vida de sus usuarios.

Artículo 83, numeral 6. “Son deberes y responsabilidades de los ecuatorianos: 6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional y sostenible.”

Respaldar el estudio de vegetación en espacios arquitectónicos dentro de simulaciones inmersivas se sostiene en esta obligación constitucional.

3.4.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA)

El Código Orgánico Administrativo (2017) regula la gestión del ambiente y de los elementos naturales en áreas urbanas, lo que lo convierte en un instrumento clave para justificar el análisis de vegetación como componente del espacio arquitectónico. Se transcriben los artículos pertinentes:

Artículo 5 – Principio de calidad. “Las administraciones públicas deben satisfacer oportuna y adecuadamente las necesidades y expectativas de las personas, con criterios de objetividad y eficiencia, en el uso de los recursos públicos.”

Artículo 13 – Principio de evaluación. “Las administraciones públicas deben crear y propiciar canales permanentes de evaluación de la satisfacción de las personas frente al servicio público recibido.”

Estos artículos respaldan esta investigación, al establecer que las administraciones públicas deben satisfacer las necesidades de las personas y evaluar su satisfacción. Esto permite que la tesis, mediante RV, genere evidencia sobre la experiencia sensorial en espacios educativos y apoye decisiones de diseño orientadas al bienestar de los usuarios.

3.4.1.3. Agenda de Transformación Digital del Ecuador

La Agenda De Transformación Digital Del Ecuador – Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (2022) respalda la incorporación de tecnologías emergentes en procesos de investigación y educación. Los fragmentos pertinentes se transcriben íntegramente:

Eje 1: Infraestructura digital-Pilar 2: Sistemas de Información. “Establecer la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica de hardware y software del Estado para mejorar la calidad de los servicios públicos al ciudadano y articular acciones para fortalecer y hacer más eficiente la infraestructura tecnológica pública.”

Eje 3: Cultura e Inclusión Digital - Pilar 3: Educación Digital. “Fortalecer planes, programas y proyectos de educación, investigación e innovación tecnopedagógica a nivel nacional.”

Eje 3: Cultura e Inclusión Digital - Pilar 5: Cultura Digital. “Formular programas y proyectos para el desarrollo de competencias y habilidades digitales avanzadas, para el uso innovador, seguro, ético y responsable de las TIC.”

Eje 4: Tecnologías Emergentes para el desarrollo sostenible - Pilar 9: Fomento de nuevas tecnologías para el medio ambiente. “Fomentar el uso de tecnologías emergentes para la implementación de soluciones tecnológicas seguras y confiables que aporten a la identificación, gestión y mitigación de riesgos naturales y antrópicos.”

En conjunto, estos cuatro pilares permiten fundamentar el empleo de RV como herramienta metodológica en investigación arquitectónica, al reconocerla como tecnología emergente vinculada al desarrollo de competencias digitales, a la innovación educativa y a la proyección ambiental sostenible orientada a la mejora de la percepción y desempeño del espacio construido.

3.4.1.4. Agenda Hábitat Sostenible del Ecuador 2036

Se plantea un marco estratégico para la planificación y desarrollo urbano, promoviendo ciudades equitativas, ambientalmente sostenibles y productivas dentro de la Agenda Hábitat Sostenible (2020). El documento señala que constituye una guía de planificación que traza metas comunes para el desarrollo sostenible de las ciudades del país, orientando políticas y mecanismos de regulación en la gestión urbana a nivel nacional y local.

Además, enfatiza la integración de soluciones innovadoras y tecnologías avanzadas en la planificación urbana, fomentando entornos inclusivos y eficientes en el uso de recursos, así como la generación de espacios habitables y sostenibles. Esto permite que herramientas como la RV se utilicen para simular y evaluar la percepción espacial y las condiciones ambientales antes de su implementación física.

Estas orientaciones respaldan la presente investigación, ya que justifican el uso de tecnologías inmersivas como instrumentos metodológicos para estudiar la percepción del espacio

y el confort en entornos educativos. Así, los resultados de la investigación pueden aportar evidencia objetiva para el diseño de espacios sostenibles, alineándose con los lineamientos nacionales de bienestar urbano y calidad de vida de los usuarios.

3.4.2. Normativas Internacionales

Las normas internacionales seleccionadas se incluyen en este marco legal por su relevancia técnica para la evaluación de la percepción, el confort sensorial y la ergonomía en entornos virtuales. Debido a que son documentos protegidos por derechos de autor, no se reproducen textualmente, pero se describen sus aportes y criterios aplicables.

3.4.2.1. Nueva Agenda Urbana (NAU)

Se sostiene que la urbanización bien planificada y gestionada puede constituirse en una fuerza transformadora capaz de acelerar el logro de los ODS (*ONU-Habitat*, 2020). Este enfoque resalta la importancia de estructurar los entornos urbanos para promover la inclusión, la sostenibilidad ambiental, la resiliencia y la calidad de vida, vinculando el diseño de los espacios con la percepción y el bienestar de quienes los habitan.

Asimismo, la Agenda Urbana Nueva destaca la integración de tecnologías inteligentes en la gestión urbana como un elemento clave para el desarrollo de ciudades sostenibles y resilientes (*NUA-Spanish*, 2016). La incorporación de herramientas como la simulación digital, el modelado 3D y la RV facilita el análisis de los espacios y permite anticipar cómo la distribución, la vegetación y la iluminación influyen en la percepción de los usuarios. En este sentido, estos lineamientos respaldan la presente investigación al sustentar el uso de tecnologías inmersivas para evaluar la percepción espacial y el confort en entornos educativos, aportando criterios para el diseño de espacios más eficientes y centrados en el bienestar de sus ocupantes.

3.4.2.2. Agenda Urbana 2030.

La Agenda 2030 En América Latina y El Caribe (n.d.) establece los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como marco para orientar el desarrollo de ciudades y comunidades inclusivas, sostenibles y resilientes. Entre los más relevantes para esta investigación se destacan:

ODS 11 – Ciudades y comunidades sostenibles: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, proporcionando acceso a espacios verdes y entornos adecuados para el bienestar de las personas.”

ODS 4 – Educación de calidad: “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, promoviendo oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.”

ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura: “Construir infraestructura resiliente, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación tecnológica.”

Estos objetivos respaldan esta investigación, al enfatizar la necesidad de generar espacios urbanos y educativos que prioricen el bienestar y la habitabilidad, promoviendo la evaluación objetiva de la percepción espacial mediante herramientas innovadoras como la RV. La incorporación de entornos simulados permite analizar la influencia de vegetación, infraestructura y tecnología en la experiencia de los usuarios, contribuyendo a decisiones de diseño informadas.

3.4.2.3. Normas ISO.

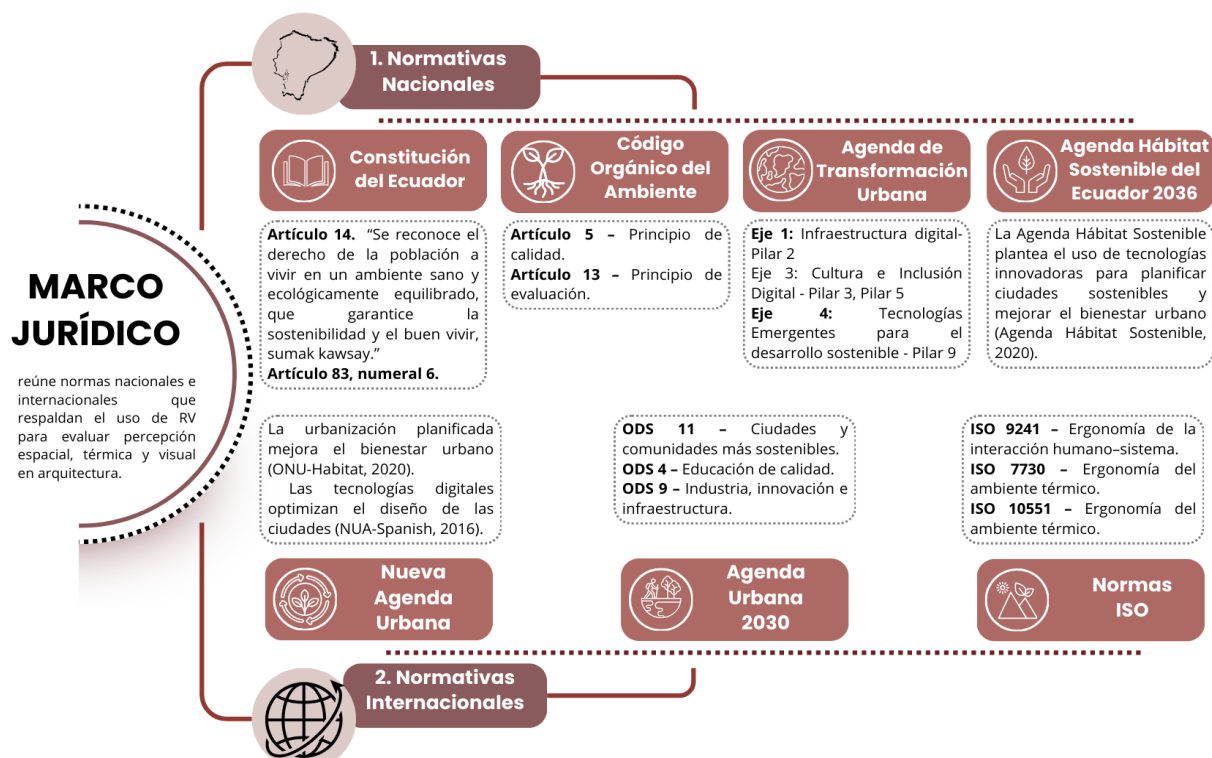
ISO 9241 – Ergonomía de la interacción humano-sistema. Proporciona lineamientos para evaluar la experiencia del usuario, percepción visual, legibilidad, comodidad, carga cognitiva y diseño de interfaces, lo que respalda el uso de entornos virtuales como herramienta válida para análisis perceptuales.

ISO 7730 – Ergonomía del ambiente térmico. Define métodos y parámetros para estimar el confort térmico, incluyendo variables ambientales que pueden replicarse en simulaciones de RV.

ISO 10551 – Ergonomía del ambiente térmico. Establece procedimientos para la evaluación subjetiva de la sensación térmica mediante escalas verbales, lo que se alinea con la evaluación de percepción térmica en estudiantes.

Figura 7.

Diagrama del Marco Jurídico.



Nota. Representación esquemática de la estructura jerárquica del marco jurídico analizado, organizada desde el ámbito internacional hasta el nivel local. **Fuente.**

Elaboración propia a partir de la normativa.

3.5. Modelos de repertorio

3.5.1. *Window Views Psychological Effects on Indoor Thermal Perception: A Comparison Experiment Based on Virtual Reality Environments*

3.5.1.1. *Problema científico abordado*

El estudio desarrollado por (Wu et al., 2024) analizó la influencia de los atributos visuales de las vistas exteriores sobre la percepción térmica en espacios interiores. Aunque se había demostrado que las vistas influyen en el confort ambiental, aún no se conocía qué atributos visuales específicos incidían en la percepción térmica. Con base en este planteamiento, los autores formularon la hipótesis de que la percepción térmica resulta de la interacción entre condiciones físicas, estímulos visuales y respuestas emocionales, por lo que tanto los atributos visuales del paisaje como las respuestas emocionales influyen significativamente en la evaluación del confort térmico.

3.5.1.2. *Diseño experimental*

La investigación adoptó un diseño experimental mixto y controlado basado en el método *Landscape Visual Quality Assessment (LVQA)*. Se evaluaron cinco atributos visuales (SVF, VGI, CR, BHA y OLD), representados en tres niveles de variación para generar quince escenarios virtuales y una condición de control sin ventana. Las pruebas se realizaron bajo dos condiciones térmicas, manteniendo constante la configuración interior para aislar el efecto perceptual de cada atributo y evaluar de manera controlada su influencia sobre la percepción del confort térmico. Esta estrategia permitió comparar las respuestas de los participantes frente a distintas configuraciones visuales sin modificar las condiciones ambientales del laboratorio.

Figura 8.

Configuración de los escenarios virtuales según los atributos visuales analizados.



Nota. Cada atributo se representó en niveles bajo (L), medio (M) y alto (H), generando quince escenarios experimentales. **Fuente.** Tomado de Wu et al. (2024, Figura 1).

El procedimiento completo y la configuración del laboratorio se presentan en el Anexo 1.

3.5.1.3. Metodología del estudio

Participaron 24 sujetos distribuidos en dos condiciones térmicas (19,3 °C y 25,3 °C). Tras un periodo de adaptación térmica, fueron expuestos aleatoriamente a los escenarios mediante realidad virtual y evaluaron cada condición utilizando los instrumentos Thermal Sensation Vote (TSV), Thermal Comfort Vote (TCV), Thermal Acceptance Vote (TAV) y Positive and Negative Affect Schedule (PANAS).

3.5.1.3.1. Variables experimentales.

Las variables independientes correspondieron a los cinco atributos visuales evaluados y a la condición térmica experimental. Como variables dependientes se analizaron la sensación térmica, el confort térmico, la aceptación térmica y las respuestas emocionales. Estas variables permitieron evaluar la influencia de las distintas configuraciones visuales sobre la respuesta perceptual de los participantes bajo condiciones ambientales controladas. La definición operativa de cada atributo y su finalidad experimental se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3.

Configuración de los atributos visuales evaluados en el diseño experimental.

Atributo visual	Variación experimental	Finalidad dentro del estudio
Sky View Factor (SVF)	Se incrementó progresivamente la proporción de cielo visible.	Analizar la influencia de la apertura visual sobre la percepción térmica.
Visible Green Index (VGI)	Se modificó la cantidad de vegetación observable.	Evaluar el efecto de la vegetación visible sobre la percepción térmica.
Color Richness (CR)	Se modificó la diversidad cromática del paisaje.	Determinar la influencia del color en la sensación y el confort térmico.
Biophilic Design Attributes (BHA)	Se incrementó la presencia de elementos biofílicos.	Analizar la incidencia de componentes naturales en la percepción térmica.
Observer Landscape Distance (OLD)	Se modificó la distancia aparente entre el observador y el paisaje.	Evaluar la influencia de la profundidad visual sobre la percepción térmica.

Nota: Cada atributo fue representado en tres niveles (bajo, medio y alto), generando quince escenarios experimentales. A estos se añadió una habitación sin ventanas como condición de control. **Fuente:** Elaboración propia a partir de Wu et al. (2024).

3.5.1.4. Hallazgos principales.

Los resultados evidenciaron que los atributos Visible Green Index (VGI) y Biophilic Design Attributes (BHA) fueron los que mayor influencia ejercieron sobre el confort y la aceptación térmica. En contraste, Color Richness (CR) y Sky View Factor (SVF) incidieron principalmente en la sensación térmica percibida, mientras que Observer Landscape Distance (OLD) no presentó una influencia significativa. Asimismo, las respuestas emocionales positivas se asociaron con mayores niveles de confort percibido, estos resultados evidenciaron que la percepción térmica se encuentra influida por la interacción entre factores físicos, visuales y psicológicos.

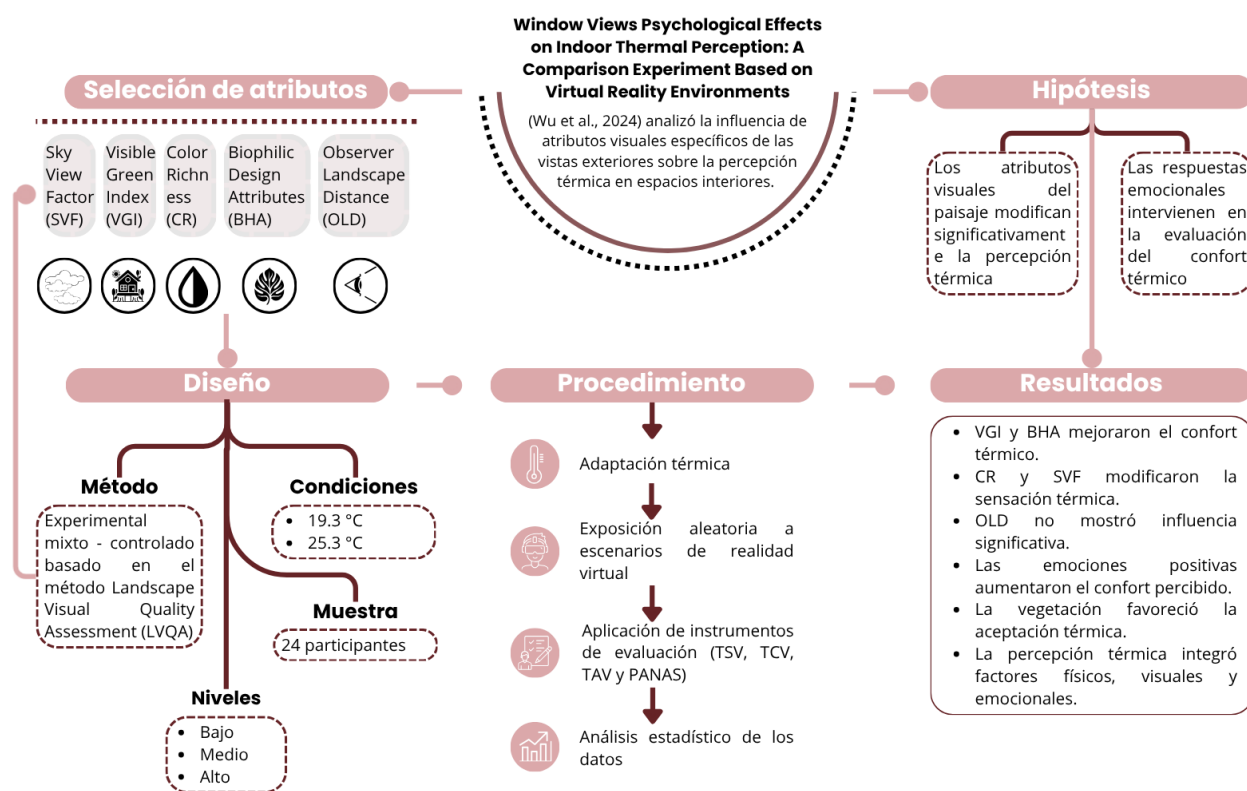
3.5.1.5. Vinculación con la investigación

El estudio evidencia la importancia de evaluar de forma independiente las variables visuales para determinar su influencia específica sobre la percepción térmica, evitando que los efectos de un atributo se superpongan con los de otros elementos del entorno. Esta aproximación

metodológica permite identificar cuáles configuraciones visuales ejercen una mayor incidencia sobre la respuesta perceptual de los usuarios y comprender la relación entre los estímulos visuales y el confort térmico percibido. En este sentido, se constituye como un referente para la presente investigación, al respaldar el análisis aislado de las variables visuales del entorno arquitectónico mediante escenarios de realidad virtual bajo condiciones ambientales controladas, aportando una base metodológica para la evaluación de los escenarios propuestos.

Figura 9.

Síntesis metodológica del modelo de repertorio de Wu et al. (2024).



Nota. El esquema resume la estructura metodológica del estudio, incluyendo los atributos visuales evaluados, el diseño experimental, el procedimiento y los principales resultados obtenidos. **Fuente.** Elaboración propia a partir de Wu et al. (2024).

3.5.2. The influence of virtual environment on thermal perception: physical reaction and subjective thermal perception on outdoor scenarios in virtual reality

3.5.2.1. Problema científico abordado

El estudio de Wu et al. (2023a) analiza si distintas condiciones visuales podían modificar la percepción térmica sin alterar las condiciones físicas del ambiente. El estudio surgió ante la limitada evidencia sobre la relación entre los paisajes exteriores y el confort térmico, planteando que una experiencia visual favorable podía modificar la valoración térmica del ambiente sin alterar la temperatura física.

3.5.2.2. Diseño experimental

La investigación empleó un diseño aleatorizado entre sujetos con 43 participantes, distribuidos en tres condiciones: un escenario interior virtual, un escenario exterior virtual con elementos naturales y el laboratorio real como grupo de control. La temperatura y las variables ambientales permanecieron constantes, por lo que la principal diferencia entre los grupos correspondió al estímulo visual presentado.

Tabla 4.

Configuración de los grupos experimentales y condiciones de exposición visual.

Grupo	Participantes	Condición visual
A	18	Escenario interior presentado mediante RV.
B	17	Escenario exterior con elementos naturales presentado mediante RV.
C	8	Ambiente real del laboratorio como condición de control.

Nota: La comparación entre las tres condiciones permitió evaluar la influencia de los escenarios visuales sobre la percepción térmica bajo condiciones ambientales controladas.

Fuente: Elaboración propia a partir de Wu et al. (2023).

3.5.2.3. Metodología del estudio

Los participantes realizaron un periodo de adaptación térmica previo a la exposición del escenario asignado. Posteriormente respondieron un cuestionario sobre percepción térmica, valoración visual y evaluación general del ambiente. Además, se registraron indicadores fisiológicos, como la presión arterial y la frecuencia cardiaca, con el propósito de contrastar las respuestas subjetivas con la respuesta física del organismo.

El análisis estadístico incluyó pruebas de comparación entre grupos y análisis de correlación para establecer la relación entre la valoración visual y la evaluación térmica. El procedimiento experimental completo se presenta en el Anexo 2.

3.5.2.4. Hallazgos principales.

El escenario exterior con elementos naturales obtuvo la valoración más alta de confort térmico, con una media de $1,0 \pm 0,7$, y presentó mejores evaluaciones de confort visual, agrado y relajación. Sin embargo, la sensación térmica no mostró diferencias significativas entre los grupos, lo que indica que el estímulo visual mejoró principalmente la valoración del confort, sin modificar necesariamente la percepción de frío o calor.

Las evaluaciones visuales favorables se correlacionaron positivamente con el confort térmico. En cambio, la presión arterial y la frecuencia cardiaca no registraron variaciones significativas, por lo que la evidencia más consistente correspondió a las respuestas subjetivas.

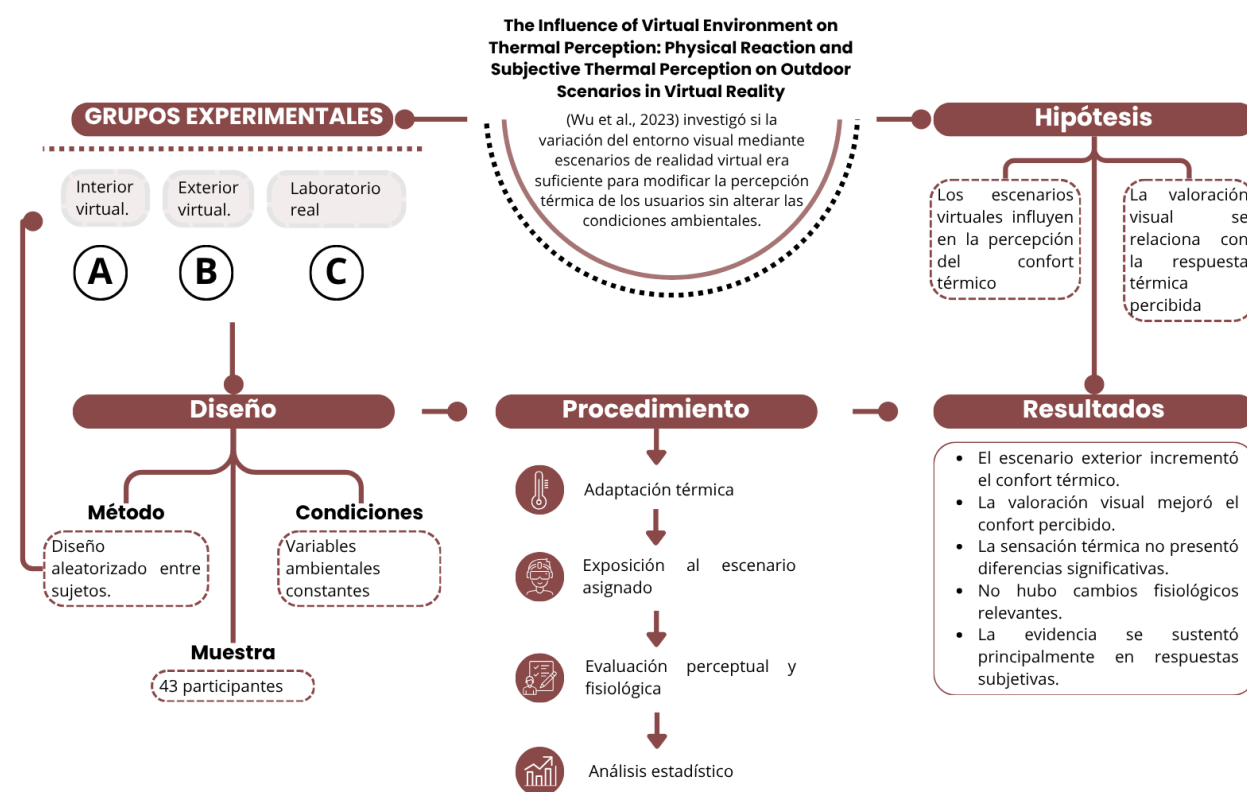
3.5.2.5. Vinculación con la investigación

El estudio respalda el análisis de la percepción térmica como una respuesta influida por la valoración visual del espacio, aun cuando las condiciones físicas permanezcan constantes. Este

planteamiento se relaciona con la presente investigación, orientada a evaluar cómo distintas configuraciones visuales inciden en el confort térmico percibido por estudiantes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. También sustenta el uso de la RV como medio para modificar los estímulos visuales bajo condiciones controladas. No obstante, al integrar varios elementos naturales dentro de una misma escena, el estudio demuestra una influencia visual general.

Figura 10.

Síntesis metodológica del modelo de repertorio de Wu et al. (2023).



Nota. El esquema resume el problema científico, el diseño experimental, el procedimiento metodológico y los principales hallazgos del estudio desarrollado por Wu et al. (2023). **Fuente.** Elaboración propia a partir de Wu et al. (2023).

3.5.3. Análisis de modelos de repertorio

Los modelos de repertorio evidencian una evolución en la investigación sobre la influencia del entorno visual en la percepción térmica mediante realidad virtual. Mientras Wu et al. (2023) demostraron que los escenarios visuales modifican la percepción del confort térmico bajo condiciones ambientales controladas, Wu et al. (2024) profundizaron este planteamiento al evaluar de forma aislada los atributos visuales responsables de dicha influencia.

En conjunto, ambos estudios constituyen referentes complementarios para la presente investigación. El primero fundamenta la relación entre el entorno visual y la percepción térmica, mientras que el segundo aporta una metodología para analizar la incidencia específica de las variables visuales, respaldando el diseño experimental propuesto.

Tabla 5.
Análisis comparativo de los modelos de repertorio

Criterio	Wu et al. (2023)	Wu et al. (2024)
Enfoque	Influencia de escenarios virtuales completos.	Influencia de atributos visuales específicos.
Problema científico	Determinar si el entorno visual modifica la percepción térmica.	Identificar qué atributos visuales generan dicha influencia.
Diseño experimental	Tres grupos experimentales.	Quince escenarios experimentales y un control.
Variable visual	Escenarios interior, exterior y laboratorio.	SVF, VGI, CR, BHA y OLD.
Condiciones ambientales	Constantes.	2 constantes.
Uso de realidad virtual	Comparación entre escenarios.	Manipulación individual de atributos visuales.
Principal aporte	Demuestra la influencia del entorno visual.	Identifica los atributos con mayor incidencia sobre el confort térmico.
Relación entre estudios	Punto de partida de la investigación.	Profundización del estudio anterior.

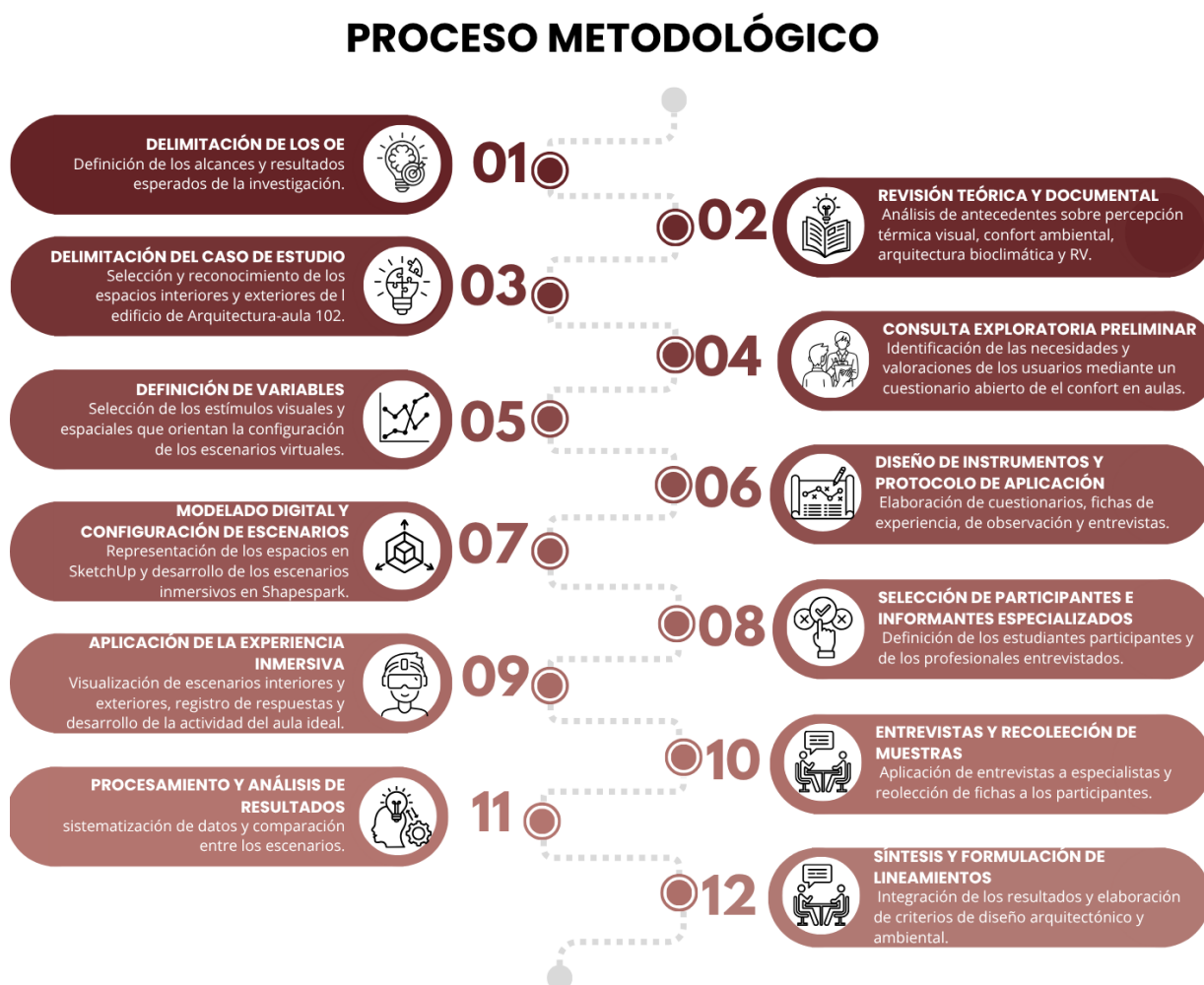
Nota: Comparación elaborada a partir de Wu et al. (2023) y Wu et al. (2024). **Fuente:** Elaboración propia a partir de Wu et al. (2023).

4. Capítulo IV. Diseño Metodológico

La investigación se desarrolla mediante un proceso metodológico estructurado que integra la revisión documental, el diagnóstico preliminar de las necesidades de los usuarios, el análisis del caso de estudio, el modelado digital, la configuración de escenarios mediante realidad virtual y el análisis de la percepción térmica visual.

Figura 11.

Proceso del diseño metodológico.



Nota. El esquema representa la secuencia metodológica desarrollada en la investigación, desde la delimitación de los objetivos y la revisión documental hasta la configuración de los

escenarios virtuales, la aplicación de la experiencia inmersiva, el análisis de los resultados y la formulación de lineamientos. **Fuente.** Elaboración propia.

Este proceso permite abordar el fenómeno de estudio de manera sistemática y mantener la articulación entre los objetivos específicos, las variables analizadas, las técnicas de recolección de información y la interpretación de los resultados.

En función de sus objetivos, la investigación es de tipo exploratorio y descriptivo. Es exploratoria porque analiza el uso de la realidad virtual como herramienta para evaluar la percepción térmica visual en espacios arquitectónicos, un ámbito con limitada evidencia empírica en el contexto académico. Este alcance permite identificar relaciones iniciales entre los estímulos del entorno, las configuraciones espaciales y las respuestas perceptivas de los usuarios.

Asimismo, es descriptiva porque caracteriza las valoraciones de los participantes frente a diferentes escenarios arquitectónicos simulados mediante realidad virtual. Para ello, se analizan modificaciones relacionadas con el color, las aperturas arquitectónicas y la incorporación de vegetación, con el propósito de identificar las variaciones en la percepción térmica visual y el confort percibido.

La investigación adopta un enfoque metodológico mixto, integrando información cualitativa y cuantitativa. El componente cualitativo comprende una consulta exploratoria de respuesta abierta y entrevistas semiestructuradas dirigidas a profesionales vinculados con la arquitectura bioclimática, la innovación, la construcción y la comunicación de proyectos. El componente cuantitativo se fundamenta en la aplicación de fichas estructuradas posteriores a la experiencia inmersiva, complementadas con registros de observación, para obtener datos susceptibles de análisis descriptivo y comparativo.

4.5. Métodos

Para desarrollar las etapas del proceso metodológico se emplean la investigación documental, el estudio de caso y los métodos descriptivo y comparativo. El estudio de caso incorpora la simulación mediante entornos de realidad virtual para reproducir las condiciones del aula y evaluar, de forma controlada, la influencia de distintas configuraciones visuales sobre la percepción térmica de los usuarios. Como parte de la fase diagnóstica, antes del diseño de los escenarios virtuales se aplica una consulta exploratoria de respuesta abierta a usuarios de la Facultad de Arquitectura para identificar los aspectos espaciales y ambientales que, desde su experiencia, contribuyen al confort de los espacios académicos. Sus resultados orientan las decisiones de diseño y la selección de las modificaciones incorporadas en la simulación.

Figura 12.

Métodos de investigación utilizados.



Nota. El esquema los métodos utilizados como lineamientos. **Fuente.** Elaboración propia.

4.5.1. Método de investigación documental

Se emplea para recopilar y analizar información científica sobre la percepción térmica visual, el confort ambiental, la experiencia del usuario y la aplicación de la RV en arquitectura. Permite identificar antecedentes, enfoques teóricos, variables e indicadores que sustentan la investigación y orientan la delimitación del caso de estudio, la configuración de los escenarios virtuales y el diseño de los instrumentos de recolección de información. La revisión incluye artículos científicos, tesis, libros especializados, documentos normativos e investigaciones nacionales e internacionales vinculadas con el objeto de estudio.

4.5.2. Método Caso de estudio

Se emplea para analizar de manera integral un aula representativa del edificio B07 de la ULEAM, seleccionada como unidad de análisis de la investigación. Este método permite examinar sus características espaciales y ambientales, así como reproducirlas mediante RV para evaluar la influencia de distintas configuraciones visuales sobre la percepción térmica.

4.5.3. Método descriptivo

Se emplea para organizar y caracterizar la información obtenida durante la investigación, describiendo las respuestas de los participantes frente a las distintas configuraciones visuales del entorno. Asimismo, permite identificar tendencias y patrones de percepción térmica para facilitar el análisis de los resultados.

4.5.4. Método comparativo

Se utiliza para contrastar las respuestas obtenidas en los diferentes escenarios virtuales e identificar variaciones en la percepción térmica visual, el confort percibido y la valoración de los

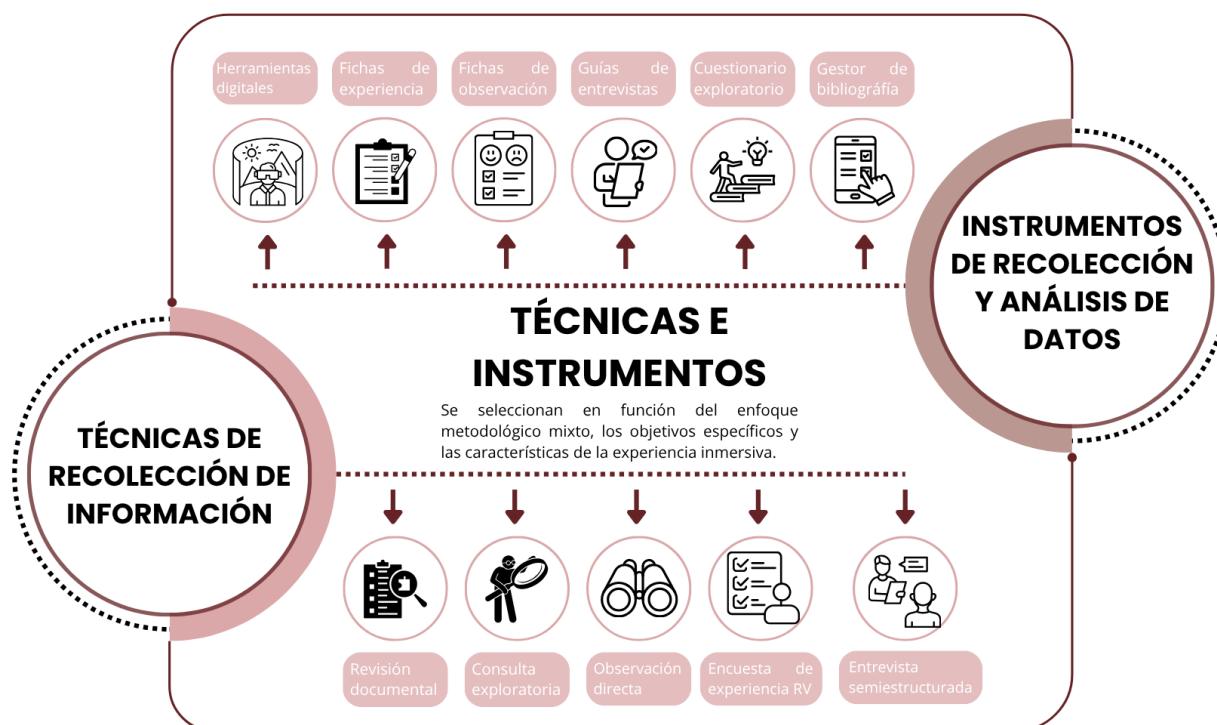
componentes arquitectónicos. La comparación se establece entre las configuraciones interiores, los escenarios exteriores y las alternativas seleccionadas durante la actividad del aula ideal para identificar semejanzas, diferencias y patrones de preferencia. Además, integra la información de las fichas de experiencia, los registros de observación, la consulta exploratoria y las entrevistas a profesionales para triangular los resultados y relacionarlos con los criterios técnicos.

4.6. Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos se seleccionan en función del enfoque metodológico mixto, los objetivos específicos y las características de la experiencia inmersiva. Su aplicación permite recopilar, registrar, organizar e interpretar información documental, espacial, perceptiva y técnica sobre la influencia de los estímulos arquitectónicos en la percepción térmica visual.

Figura 13.

Técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.



Nota. Se explica las técnicas e instrumentos utilizados. **Fuente.** Elaboración propia.

4.6.1. Técnicas de recolección de información

4.6.1.1.Revisión documental.

Se emplea para el desarrollo del OE1, recopilar y examinar información teórica y metodológica relacionada con la percepción visual, la percepción térmica, el confort ambiental, la arquitectura bioclimática y las aplicaciones de la realidad virtual en arquitectura y educación. Incluye la consulta de artículos científicos, tesis, libros especializados, documentos normativos e investigaciones previas vinculadas con las variables de estudio.

4.6.1.2.Consulta exploratoria de respuesta abierta.

Se aplica previamente al diseño de los escenarios virtuales con el propósito de identificar los aspectos que, según los usuarios, podrían mejorar el confort de las aulas y de los espacios de la Facultad de Arquitectura. La información obtenida orienta la selección de los criterios y modificaciones incorporados durante el modelado y la simulación.

4.6.1.3.Observación directa.

Se desarrolla durante la interacción de los participantes con los escenarios virtuales. Permite registrar reacciones, comportamientos y expresiones frente a las distintas configuraciones presentadas. Su aplicación complementa la información declarada por los usuarios en las fichas posteriores a la experiencia.

4.6.1.4.Encuesta posterior a la experiencia en realidad virtual

Se aplica después de la visualización de los escenarios interiores y exteriores para recopilar información sobre la percepción térmica visual, el confort percibido y la valoración de

las modificaciones espaciales. Incluye una actividad final de selección preferencial mediante la configuración del aula ideal.

4.6.1.5. Entrevista semiestructurada

Se realizan dos entrevistas: a un profesional con experiencia en arquitectura bioclimática e innovación aplicada al diseño y a una profesional especializada en construcción, presentación y comunicación de proyectos, con el propósito de analizar las diferencias entre la representación mediante imágenes convencionales y las experiencias inmersivas.

4.6.2. *Instrumentos de recolección y análisis de datos*

4.6.2.1. Gestor de revisión bibliográfica.

Se utiliza Mendeley para registrar, clasificar y organizar las referencias consultadas durante la revisión documental. Facilita la organización de autores, enfoques teóricos, variables e indicadores, así como la correcta citación de las fuentes.

4.6.2.2. Cuestionario exploratorio de respuesta abierta.

Se emplea para conocer las valoraciones iniciales de los usuarios respecto de los elementos que podrían mejorar el confort de los espacios académicos. Sus respuestas constituyen un insumo para la definición de los criterios aplicados en los escenarios virtuales.

4.6.2.3. Guías de entrevistas semiestructuradas.

Están conformadas por preguntas abiertas organizadas de acuerdo con el perfil de cada profesional entrevistado. Permiten obtener criterios relacionados con el confort ambiental, la innovación tecnológica, la construcción, la presentación de proyectos y la aplicación de la realidad virtual en arquitectura.

4.6.2.4. Fichas de observación.

Son utilizadas por la investigadora durante la experiencia inmersiva para registrar el comportamiento de los participantes frente a las diferentes escenas. Incluyen aspectos relacionados con el tiempo de interacción, las expresiones verbales, los gestos y las respuestas observables.

4.6.2.5. Fichas estructuradas de experiencia de usuario

Se aplican a los participantes después de la visualización de los escenarios y contienen preguntas cerradas, escalas de valoración y preguntas abiertas complementarias. Permiten evaluar la percepción térmica visual, el confort percibido y la valoración de las configuraciones espaciales. También incluyen el registro de las preferencias seleccionadas durante la actividad del aula ideal, considerando las alternativas de color, textura, configuración arquitectónica y estímulo ambiental complementario.

2.6.2.6. Entornos de realidad virtual

Constituyen el instrumento central para la presentación controlada de las configuraciones interiores y exteriores. Permiten que los participantes experimenten los espacios de manera inmersiva y comparen las distintas alternativas arquitectónicas sin realizar modificaciones físicas en el caso de estudio.

4.6.2.6. Herramientas digitales y software de apoyo

Para el desarrollo de los escenarios virtuales se utilizan:

- ***SketchUp***: modelado digital de los espacios arquitectónicos.
- ***Shapspark***: configuración, visualización y recorrido inmersivo de los escenarios.

- **Dispositivo de RV (Lentes meta horizont):** presentación de la experiencia a los participantes.

4.7. Fuentes

Las fuentes de información se clasifican en primarias y secundarias, y proporcionan los datos cualitativos y cuantitativos necesarios para el análisis.

4.7.1. Fuentes primarias

Las fuentes primarias corresponden a los estudiantes participantes en la consulta exploratoria y la experiencia inmersiva en realidad virtual, de quienes se obtiene información sobre la percepción térmica visual, el confort percibido y las preferencias espaciales mediante cuestionarios, fichas de experiencia y registros de observación. También incluyen a los profesionales entrevistados, cuyos criterios sobre arquitectura bioclimática, innovación y comunicación de proyectos complementan la interpretación de los resultados y la valoración de la realidad virtual como herramienta de análisis arquitectónico.

4.7.2. Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias corresponden a la información documental empleada para el Las fuentes secundarias comprenden artículos científicos, tesis, libros especializados, informes técnicos y documentos normativos que sustentan el marco teórico y metodológico de la investigación. Debido al carácter exploratorio del estudio, se incorporan principalmente investigaciones internacionales sobre percepción ambiental y simulación inmersiva, las cuales aportan referentes teóricos y metodológicos para el diseño de la investigación y la interpretación de los resultados.

5. Capítulo III. DIAGNÓSTICO Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1.Elaboración del diagnóstico

El presente capítulo expone el diagnóstico del aula seleccionada como caso de estudio y los resultados obtenidos durante las etapas de adecuación y experimentación. Debido al carácter exploratorio de la investigación, el diagnóstico adopta un enfoque descriptivo orientado a reconocer las condiciones físico-espaciales y visuales que pueden intervenir en la percepción del confort térmico de los usuarios.

El análisis comprende la caracterización del aula, el registro de su estado actual y la identificación de los estímulos visuales considerados en la construcción de los escenarios virtuales. Posteriormente, se presentan los resultados del preestudio, las entrevistas realizadas a especialistas y la aplicación experimental desarrollada mediante realidad virtual.

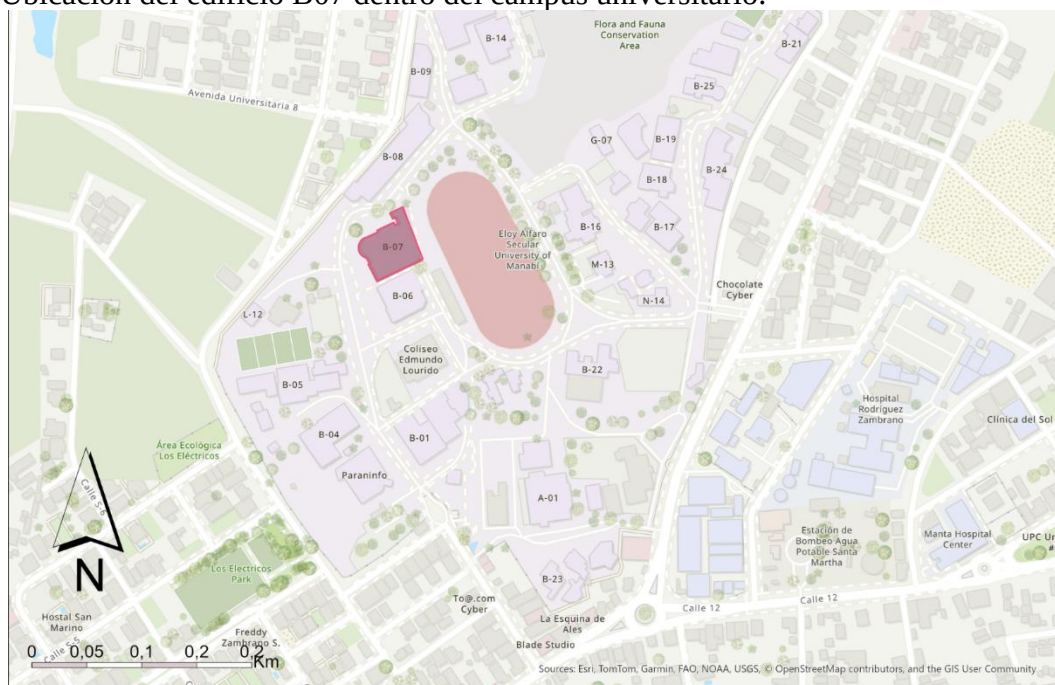
5.1.1. Contextualización del objeto de estudio

El caso de estudio corresponde a un aula ubicada en la planta 1 del edificio B07 de la carrera de Arquitectura, perteneciente a la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura (FIIA) de la ULEAM. Su selección responde a su uso académico y a las condiciones de iluminación natural y relación con el entorno inmediato.

El aula fue seleccionada por representar una tipología frecuente en edificios universitarios: un espacio de planta regular, organizado mediante mobiliario académico y con aperturas laterales y posteriores. Estas características permiten analizar la influencia de los estímulos visuales sobre la percepción térmica en un contexto representativo y extrapolable a otros espacios educativos con condiciones similares.

Figura 14.

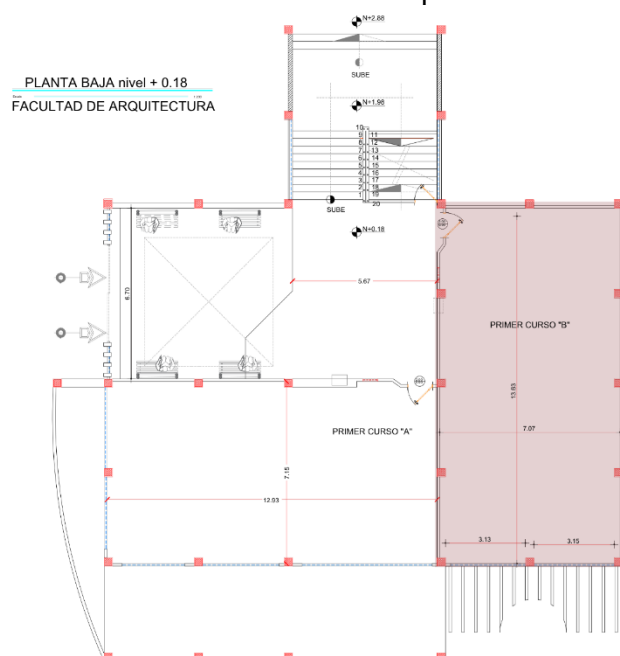
Ubicación del edificio B07 dentro del campus universitario.



Nota. Se destaca el edificio dentro del campus de la ULEAM. **Fuente.** Elaboración propia.

Figura 15.

Ubicación del aula seleccionada en la planta 1 del edificio B07.

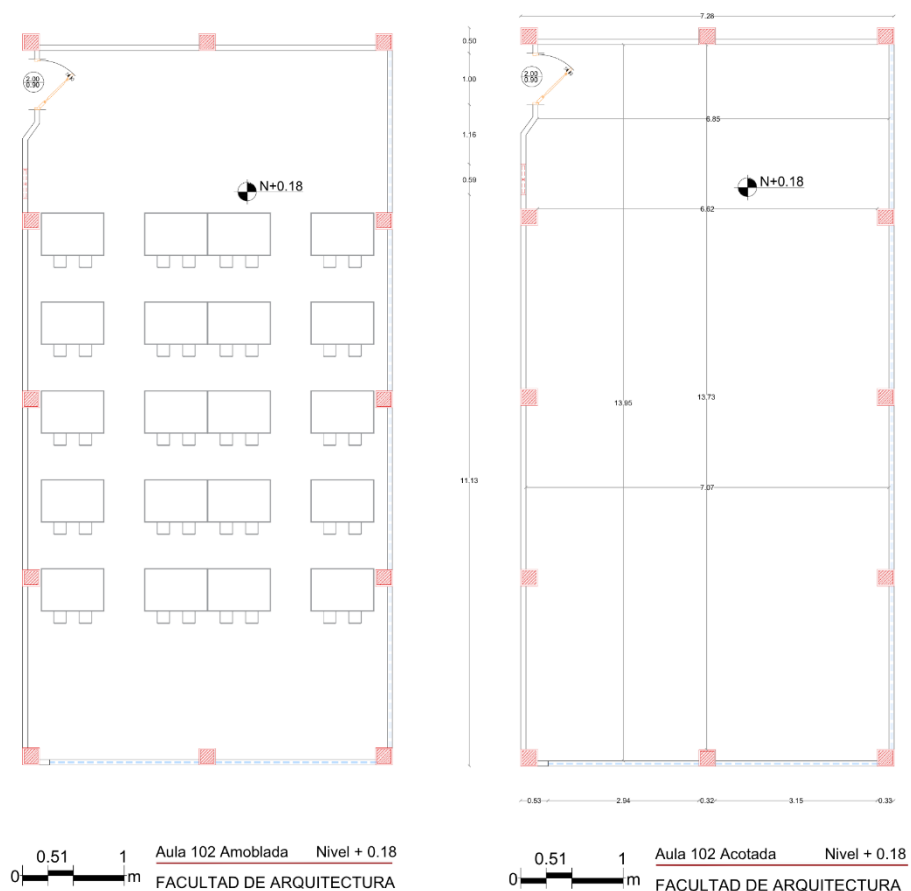


Nota. Se identifica el aula utilizada como caso de estudio para el desarrollo de la simulación y la aplicación de los instrumentos de investigación. **Fuente.** Elaboración propia.

5.1.2. Caracterización físico-espacial del aula

Figura 16.

Planta arquitectónica y distribución del aula seleccionada para la experimentación



Nota. La figura presenta la configuración arquitectónica del aula y la disposición del mobiliario considerada durante el desarrollo del estudio. **Fuente.** Elaboración propia.

El aula presenta una configuración regular organizada mediante bancas de dibujo distribuidas en filas, destinadas al desarrollo de actividades académicas y prácticas de representación arquitectónica. El espacio posee una altura interior aproximada de 3,00 m y cuenta con un único acceso.

Las superficies de apertura se concentran en el lateral izquierdo y en la pared posterior del aula, donde se localizan siete vanos de ventana interrumpidos por los elementos estructurales del edificio. Sin embargo, el ingreso de iluminación natural es limitado debido a que las cortinas permanecen cerradas durante gran parte de las jornadas académicas. De manera similar, las ventanas suelen mantenerse cerradas, por lo que la ventilación del espacio depende principalmente de sistemas artificiales.

En cuanto a la materialidad, el piso presenta un acabado de cerámica tipo granito, mientras que las paredes se encuentran pintadas de color blanco. Las bancas de dibujo mantienen superficies de pizarra con estructuras metálicas, y las ventanas están conformadas por perfilería metálica y elementos de protección. Estas características determinan la imagen visual predominante del aula y constituyen la base para el desarrollo del modelo virtual.

Tabla 6.
Caracterización del aula.

Característica	Descripción
Ubicación	Planta 1, edificio B07, FIHA
Dimensiones	7,00 x 14,00 m
Área	98,00 m
Altura interior	3,00 m
Capacidad estimada	40 usuarios
Ocupación máxima aproximada	Hasta 45 usuarios
Uso principal	Actividades académicas
Usuarios predominantes	Estudiantes y docentes
Número de accesos	Un acceso
Ventanas	Siete vanos compuestos por varios módulos
Iluminación	Natural y artificial, con predominio de iluminación artificial
Ventilación	Predominantemente artificial
Mobiliario	Bancas o mesas de dibujo
Revestimiento del piso	Cerámica tipo granito
Acabado de paredes	Pintura de color blanco
Material de ventanas	Perfilería metálica con elementos de protección
Material del mobiliario	Superficies tipo pizarra y estructura metálica

Nota: La información presentada corresponde a las características físicas y funcionales del aula utilizadas como referencia. **Fuente:** Elaboración propia.

5.1.3. Registro y análisis del estado actual

El registro fotográfico permite reconocer la configuración actual del espacio y los principales componentes que intervienen en su percepción visual. Se observa un predominio de colores neutros, superficies lisas, estructuras metálicas y mobiliario de tonalidades oscuras. La relación visual con el exterior se encuentra condicionada por las cortinas y por el cierre habitual de los vanos, situación que reduce la iluminación natural y limita la percepción del entorno exterior.

Estas condiciones fueron consideradas durante la construcción del escenario virtual base, con la finalidad de conservar correspondencia entre el espacio existente y su representación digital. A partir de este modelo se desarrollaron las modificaciones necesarias para evaluar la influencia de los estímulos visuales seleccionados.

Figura 17.

Vistas interiores del aula seleccionada.

Aula 102: Actualidad interior

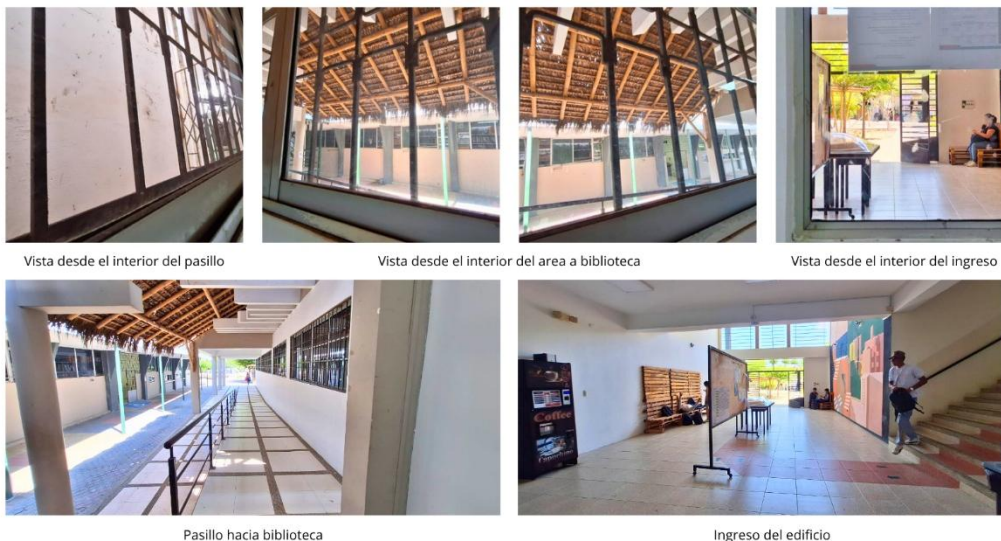


Nota. Las imágenes registran las condiciones físicas, espaciales y de acondicionamiento interior del aula consideradas en el diagnóstico del caso de estudio. **Fuente.** Elaboración propia.

Figura 18.

Vistas exteriores del aula seleccionada.

Aula 102: Actualidad exterior



Nota. Las imágenes muestran la relación del aula con su entorno inmediato y las características exteriores relevantes para el análisis del caso de estudio. **Fuente.** Elaboración propia.

5.1.4. Identificación de los estímulos visuales

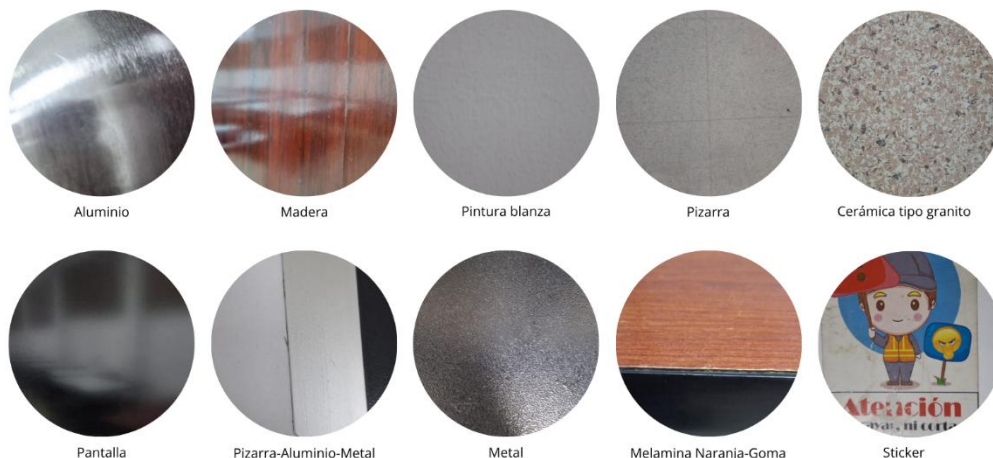
El diagnóstico permitió identificar como estímulos principales el color, la vegetación y la apertura visual, debido a que estos componentes fueron modificados de manera controlada durante la construcción de los escenarios virtuales. La textura también fue considerada dentro de la caracterización visual del aula, al intervenir en la apariencia de los materiales y superficies que componen el espacio.

La iluminación y la materialidad se mantuvieron como condiciones de referencia para conservar la coherencia del modelo base y evitar la introducción de variaciones adicionales. Esta delimitación permite concentrar el análisis en los estímulos visuales seleccionados y comparar la respuesta perceptual de los participantes frente a cada configuración.

Figura 19.

Materialidades encontradas en el aula seleccionada.

Aula 102: Actualidad de materiales encontrado en sitio



Nota. Las imágenes muestran los principales materiales y acabados presentes en el aula considerados durante el modelado del entorno virtual. **Fuente.** Elaboración propia.

Tabla 7.

Identificación de variables visuales del aula.

Estímulo	Condición diagnosticada	Tratamiento dentro de la investigación
Color	Predominio de blanco, gris y tonalidades oscuras	Variable visual modificada
Vegetación	Presencia limitada o variable desde el interior	Variable visual modificada
Apertura visual	Relación exterior condicionada por ventanas, cortinas y obstrucciones	Variable visual modificada
Textura	Superficies lisas, cerámica tipo granito, metal y acabados tipo pizarra	Variable visual modificada
Iluminación	Entrada natural limitada y predominio de iluminación artificial	Condición controlada
Materialidad	Cerámica, pintura, metal y superficies de mobiliario	Variable visual modificada

Nota: Se identifican los estímulos visuales presentes en el aula y el tratamiento metodológico asignado a cada uno durante la investigación. **Fuente:** Elaboración propia.

5.1.5. Síntesis del diagnóstico

El diagnóstico evidencia que el aula presenta condiciones visuales susceptibles de ser modificadas y analizadas mediante simulación inmersiva. La limitada relación con el exterior, el predominio de iluminación artificial, la escasa presencia de vegetación visible y la uniformidad cromática constituyen aspectos relevantes para la construcción de los escenarios experimentales.

Estas condiciones justifican la manipulación controlada del color, la vegetación y la apertura visual dentro del entorno virtual. La aplicación del experimento permite explorar cómo las variaciones en dichos componentes influyen en la percepción del confort térmico.

Tabla 8.
Síntesis diagnóstica

Condición identificada	Implicación perceptual	Oportunidad de análisis
Limitada iluminación natural	Ambiente visualmente cerrado	Evaluar configuraciones con mayor apertura
Cortinas y ventanas cerradas	Reducción de la relación interior-exterior	Modificar visualmente el entorno exterior
Predominio de colores neutros	Posibles asociaciones térmicas específicas	Comparar distintas configuraciones cromáticas
Escasa vegetación visible	Menor presencia de componentes naturales	Evaluar escenarios con vegetación
Texturas predominantemente lisas y artificiales	Imagen interior homogénea	Analizar el aporte perceptual de las superficies

Nota: Se resumen las condiciones diagnósticas que fundamentan la definición de los escenarios evaluados en la investigación. **Fuente:** Elaboración propia.

5.2. Presentación de resultados y discusión

5.2.1. Etapa 1: preestudio y adecuación del instrumento

La primera etapa correspondió a un preestudio metodológico y no constituye la experimentación definitiva de la investigación. Su finalidad fue comprobar el funcionamiento del procedimiento, identificar dificultades durante la experiencia inmersiva y realizar las adecuaciones necesarias antes de la aplicación final. Por tanto, la información obtenida en esta fase se utilizó exclusivamente para ajustar los instrumentos y la modalidad de presentación de los escenarios, sin incorporarse a los resultados experimentales definitivos.

5.2.1.1. Objetivo del preestudio

El preestudio tuvo como objetivo evaluar la claridad, pertinencia y funcionamiento de la guía inicialmente planteada para la aplicación de la experiencia en realidad virtual. Su desarrollo

permitió revisar la organización del procedimiento, el tiempo requerido para la exposición a los escenarios, la adaptación de los participantes al visor y la forma de registrar las respuestas perceptuales.

Asimismo, esta fase permitió reconocer las dificultades derivadas de la cantidad de combinaciones planteadas inicialmente y determinar los ajustes necesarios para garantizar una experiencia más controlada, comprensible y adecuada para la fase experimental.

5.2.1.2. Aplicación preliminar

El preestudio contó con la participación de diez estudiantes universitarios, quienes realizaron la experiencia de forma individual. El planteamiento inicial comprendía tres escenarios exteriores y cuatro interiores, cuya combinación generó doce configuraciones visuales para analizar de manera controlada la influencia de la relación interior-exterior, el color y la textura.

La aplicación se desarrolló en tres fases. La primera consistió en la familiarización de los participantes con el visor de realidad virtual y sus funciones básicas de visualización, con el fin de facilitar su adaptación antes del recorrido experimental. En la segunda fase, los participantes recorrieron las doce configuraciones virtuales bajo una secuencia controlada. Algunos requirieron pausas debido a síntomas de mareo o incomodidad asociados al uso prolongado del visor. Asimismo, en ciertos casos fue necesario repetir algunos escenarios, ya que el interés por la experiencia llevó a varios participantes a avanzar con rapidez, limitando el tiempo de observación.

La tercera fase correspondió a la aplicación de los instrumentos de recolección de datos. Inicialmente, se utilizaron una ficha de evaluación de la experiencia y una ficha de evaluación de

la simulación, destinadas a valorar tanto cada configuración visual como la experiencia inmersiva en su conjunto. Aunque la duración prevista era de aproximadamente treinta minutos por participante, el proceso se extendió entre cuarenta y sesenta minutos debido al periodo de adaptación, las pausas realizadas y la repetición de algunos escenarios.

5.2.1.3. Deficiencias identificadas

La aplicación preliminar permitió reconocer tanto las dificultades del procedimiento como los aspectos favorables de la experiencia.

Tabla 9.

Síntesis de las observaciones para mejora.

Aspecto evaluado	Observación o deficiencia identificada	Adecuación realizada
Claridad de las preguntas	No se registraron dificultades relevantes en la comprensión de las preguntas planteadas.	Se mantuvo la formulación general de los ítems, realizando únicamente ajustes de organización dentro de las fichas.
Orden de los escenarios	El interés generado por la experiencia ocasionó que algunos participantes intentaran recorrer rápidamente todas las configuraciones, sin dedicar suficiente tiempo a la observación individual. Esto hizo necesario repetir ciertos escenarios.	Se estableció una secuencia fija y controlada, presentando cada escenario de manera independiente antes de continuar con el siguiente.
Tiempo de exposición	La duración inicialmente prevista de treinta minutos se extendió hasta alcanzar entre cuarenta y sesenta minutos por participante. La cantidad de combinaciones, la adaptación al visor y las pausas por mareo prolongaron la aplicación.	Se redujo la cantidad de configuraciones presentadas y se incorporó una fase previa de adaptación, así como pausas cuando fueran necesarias.
Escala y modalidad de respuesta	La evaluación individual de las doce combinaciones hacía que el proceso de respuesta fuera extenso y dificultaba que los participantes mantuvieran una comparación clara entre todos los escenarios.	Se reorganizaron las fichas para evaluar los escenarios por separado y realizar posteriormente una valoración comparativa y de preferencia.
Registro de observaciones	Los comentarios recibidos fueron principalmente espontáneos y estuvieron relacionados con el agrado, el interés y el carácter lúdico de la experiencia. No se contó inicialmente con un apartado sistemático de retroalimentación.	Se incorporó un espacio final de retroalimentación abierta y un registro de observación del investigador para documentar comportamientos y dificultades durante la aplicación.

Nota: La aplicación preliminar evidenció una alta aceptación de la RV como herramienta de evaluación perceptual. Las observaciones registradas justificaron la incorporación de ajustes metodológicos orientados a controlar la secuencia de navegación. **Fuente:** Elaboración propia.

5.2.1.4. Adecuaciones realizadas

A partir de los hallazgos del preestudio, se modificó principalmente la modalidad de presentación de los escenarios. El planteamiento inicial requería evaluar por separado las doce combinaciones obtenidas al relacionar los escenarios interiores con los exteriores. Esta organización prolongaba la experiencia, generaba cansancio y dificultaba que los participantes recordaran y compararan adecuadamente todas las configuraciones.

En la aplicación definitiva se decidió presentar los siete escenarios base de manera independiente, en lugar de mantener las doce combinaciones iniciales. De esta forma, cada escenario pudo ser observado y evaluado individualmente mediante una secuencia controlada. Posteriormente, los participantes pudieron establecer comparaciones y seleccionar las configuraciones, materialidades o relaciones visuales que les generaban una mayor preferencia.

También se reestructuraron las fichas de recolección de datos. Las microfichas creadas inicialmente para valorar cada combinación fueron reemplazadas por instrumentos más sintéticos, organizados de acuerdo con los escenarios y los estímulos visuales analizados. Esta modificación redujo la repetición de preguntas, facilitó el registro de respuestas y permitió concentrar la atención de los participantes en las diferencias perceptuales más relevantes.

La fase de familiarización con el visor se mantuvo como parte obligatoria del procedimiento y se contempló la realización de pausas cuando los participantes presentaran mareo o incomodidad. Además, se incorporó un apartado final de retroalimentación abierta y un registro de observación del investigador, diferenciando claramente los comentarios expresados por los usuarios de las apreciaciones obtenidas durante el seguimiento de la experiencia.

Durante el preestudio, se manifestó el interés en modificar de manera independiente componentes como bancas, ventanas y puertas. No obstante, esta posibilidad habría incrementado la cantidad de configuraciones y superado el alcance de la investigación. Por esta razón, se mantuvieron escenarios previamente establecidos, diseñados para analizar de manera controlada determinadas condiciones visuales y perceptuales. La personalización independiente de los se reconoce como una alternativa para futuras investigaciones.

5.2.2. *Resultados de las entrevistas a profesionales*

5.2.2.1. Perfil de los profesionales entrevistados

Arq. Cristhian Javier Melgar Véliz

Arquitecto y docente de la carrera de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Su formación incluye una maestría en Innovación en Arquitectura, Tecnología y Diseño por la Universidad de Sevilla. Sus áreas de conocimiento se relacionan con la arquitectura, la sostenibilidad, el diseño bioclimático y la incorporación de tecnologías en los procesos arquitectónicos. Su participación permitió obtener una perspectiva técnica sobre la influencia de las condiciones visuales y ambientales en la percepción del espacio.

Arq. Gissella María Vera Peñarrieta

Arquitecta con experiencia profesional y formación de posgrado en Gestión Ambiental por la ULEAM. Su trayectoria integra el análisis de la relación entre arquitectura, construcción y medioambiente, reflejado en investigaciones sobre la huella ecológica de los procesos constructivos. Contribuyó a la evaluación de la RV desde la perspectiva del usuario y su aplicación en la práctica arquitectónica.

5.2.2.2. Categorías de análisis

Para sistematizar la información obtenida, las respuestas de los profesionales se organizaron en cinco categorías de análisis: percepción térmica visual, variables visuales y ambientales, utilidad de la realidad virtual, confiabilidad perceptual y limitaciones de los entornos inmersivos. Esta clasificación permite comparar los criterios expuestos e identificar sus principales aportes en relación con el objeto de estudio.

Tabla 10.
Síntesis de las entrevistas realizadas a profesionales.

Categoría	Arq. Cristhian Melgar	Arq. Gissella Vera	Hallazgo integrado
Percepción térmica visual	La percepción visual genera una primera impresión del ambiente; destaca la biofilia y los materiales naturales.	La percepción depende de la interpretación subjetiva del usuario.	Los estímulos visuales influyen en la percepción térmica, aunque su interpretación varía entre usuarios.
Variables visuales y ambientales	Resalta la iluminación, la materialidad y los elementos naturales.	Destaca la riqueza visual del entorno para favorecer la inmersión.	La percepción mejora con una representación coherente de iluminación, materiales, vegetación y configuración espacial.
Utilidad de la realidad virtual	Facilita la comprensión espacial mediante recorridos tridimensionales.	Permite evaluar y comunicar proyectos antes de su construcción.	La RV favorece el análisis, la evaluación y la comunicación del diseño arquitectónico.
Confiabilidad perceptual	Ofrece una aproximación útil, aunque requiere complementarse con otras experiencias.	Es confiable si el usuario logra adaptarse al entorno virtual.	La RV constituye una aproximación válida, condicionada por la calidad de la simulación y las características del usuario.
Limitaciones de la realidad virtual	Señala limitaciones técnicas y de interacción en algunos escenarios.	Indica que no reproduce completamente las sensaciones físicas del entorno real.	La principal limitación de la RV es la ausencia de estímulos no visuales y su dependencia de la calidad de la simulación.

Nota: Las categorías de análisis se establecieron para sistematizar e interpretar la información obtenida durante las entrevistas, en correspondencia con los objetivos y variables de la investigación. **Fuente:** Elaboración propia con base en las entrevistas realizadas al Arq. Cristhian Melgar y a la Arq. Gissella Vera.

5.2.2.3. Interpretación de los resultados

El análisis comparativo evidencia que la RV constituye una herramienta pertinente para la evaluación anticipada del espacio arquitectónico, al permitir recorrer, observar y contrastar configuraciones antes de su ejecución física. Los criterios recopilados respaldan el estudio de estímulos como el color, la textura, la vegetación y la apertura visual, debido a su incidencia en la interpretación ambiental del usuario. No obstante, la validez de la experiencia depende del nivel de realismo de la simulación, la adaptación del participante y el reconocimiento de que el entorno virtual no reproduce íntegramente condiciones sensoriales como la temperatura o el contacto material. Por tanto, su aplicación resulta adecuada para identificar tendencias perceptuales y fundamentar decisiones de diseño, sin sustituir la evaluación física del espacio.

5.2.3. *Etapas 2: experimentación mediante realidad virtual*

Esta etapa constituye el experimento definitivo.

5.2.3.1. Caracterización de los participantes

La etapa experimental contó con la participación de 24 estudiantes universitarios, hombres y mujeres, con edades comprendidas entre 19 y 24 años, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. La muestra fue definida de acuerdo con el carácter exploratorio de la investigación y con las condiciones requeridas para la aplicación individual de la experiencia inmersiva mediante realidad virtual. Los participantes representan usuarios habituales de espacios educativos universitarios, condición que permitió obtener valoraciones perceptuales directamente relacionadas con el objeto de estudio.

Tabla 11.
Caracterización de los participantes.

Característica	Descripción
Participantes	24
Edad	19–24 años
Sexo	Masculino y femenino
Procedencia	Estudiantes universitarios
Tipo de muestreo	No probabilístico por conveniencia

Nota. Se presentan las principales características de la muestra participante en la etapa experimental. **Fuente.** Elaboración propia.

5.2.3.2. Presentación de los escenarios

Con el propósito de evaluar la influencia de los estímulos visuales sobre la percepción del confort térmico, se desarrolló un conjunto de escenarios virtuales que reprodujeron distintas configuraciones del aula y de su entorno exterior. Los escenarios fueron diseñados mediante la modificación controlada de variables visuales previamente definidas en la investigación, manteniendo constantes para garantizar la comparabilidad de las respuestas obtenidas.

Figura 20.
Escenarios interiores utilizados durante la experimentación.

Aula 102: Simulación interior



Nota. Se presentan las cuatro configuraciones interiores evaluadas por los participantes durante la experiencia inmersiva. **Fuente.** Elaboración propia.

Figura 21.

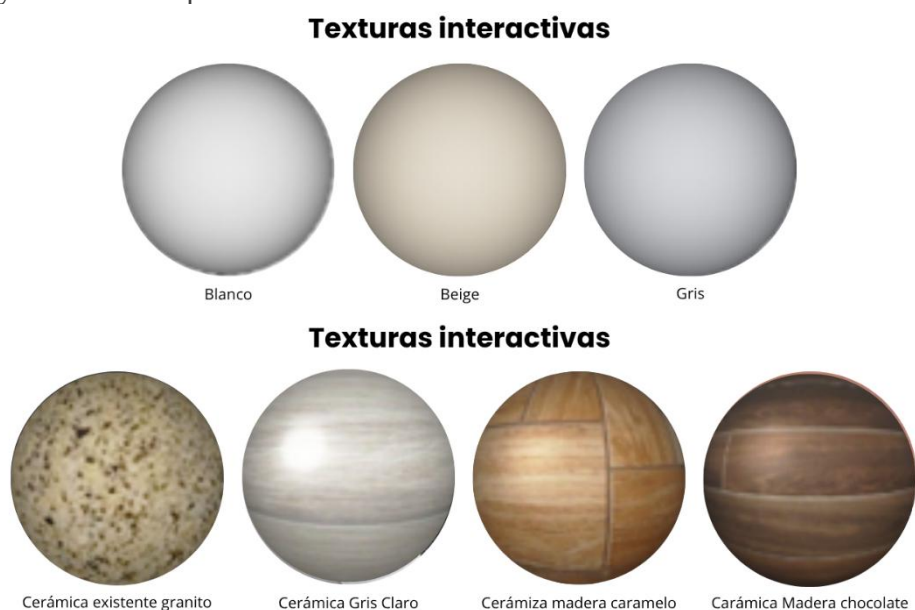
Escenarios exteriores utilizados durante la experimentación.



Nota. Se muestran las tres configuraciones del entorno exterior empleadas para analizar la influencia de la apertura visual y la presencia de vegetación. **Fuente.** Elaboración propia.

Figura 22.

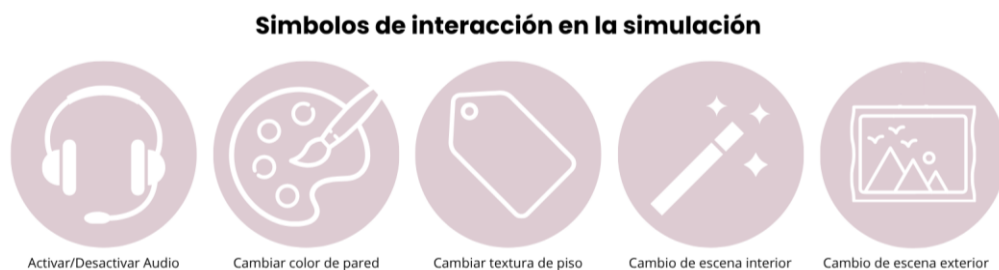
Materiales y acabados empleados en la simulación virtual.



Nota. Se presentan las principales texturas y acabados incorporados al modelo tridimensional para representar las condiciones visuales del aula. **Fuente.** Elaboración propia.

Figura 23.

Interfaz de interacción del entorno virtual.



Nota. Se ilustran los íconos utilizados para facilitar la navegación y la interacción del participante durante la simulación inmersiva. **Fuente.** Elaboración propia.

5.2.3.3. Resultados de las encuestas estructuradas

5.2.3.3.1. Encuesta de percepción.

La estadística descriptiva evidenció una concentración de respuestas hacia las configuraciones con mayor nivel de intervención arquitectónica. En la sensación de calor, la moda correspondió a la escena interior 2, seleccionada por el 75 % de los participantes. En cambio, la percepción de frío se distribuyó entre las escenas 1, 3 y 4, con un 33,3 % cada una, por lo que no se identificó una única configuración dominante.

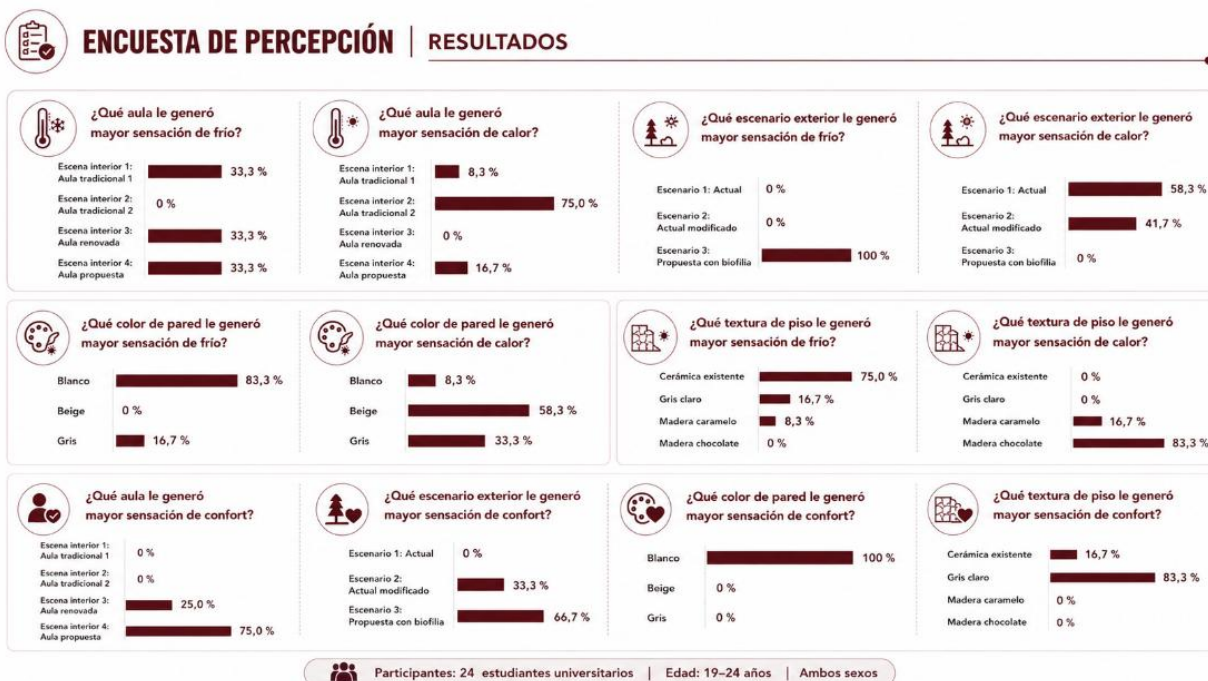
En la evaluación del confort interior, la moda correspondió a la escena 4, con el 75 %, seguida de la escena 3, con el 25 %. Las escenas tradicionales no registraron respuestas, lo que evidencia una preferencia definida por las propuestas con mejor equilibrio material, organización espacial e integración tecnológica.

En los escenarios exteriores, la escena 3 concentró el 100 % de las respuestas asociadas con frío y el 66,7 % de las relacionadas con confort. Por el contrario, la sensación de calor se distribuyó entre la escena 1, con el 58,3 %, y la escena 2, con el 41,7 %. Esta tendencia muestra que la incorporación progresiva de vegetación, mobiliario renovado y una composición más ordenada favoreció asociaciones de frescura y bienestar.

En cuanto a los acabados, el blanco fue la moda tanto para la percepción de frío, con el 83,3 %, como para el confort, con el 100 %. El beige concentró la mayor frecuencia en la sensación de calor, con el 58,3 %. Respecto a los pisos, la cerámica existente fue asociada principalmente con frío, con el 75 %; la madera chocolate, con calor, con el 83,3 %; y el gris claro, con confort, con el 83,3 %.

De forma general, los resultados muestran que la percepción térmica visual estuvo vinculada con la interacción entre color, materialidad, mobiliario, biofilia y organización espacial. Las configuraciones más equilibradas concentraron las respuestas de confort, mientras que las composiciones con mayor predominio de tonos cálidos o menor calidad ambiental fueron asociadas principalmente con calor o incomodidad.

Figura 24.
Síntesis de resultados de la encuesta de percepción.



Nota. Se sintetizan los principales resultados obtenidos en la encuesta de percepción aplicada a los participantes durante la experiencia inmersiva en RV. **Fuente.** Elaboración propia.

5.2.3.3.2. Encuesta de experiencia.

El análisis descriptivo de la encuesta aplicada a los 24 participantes muestra una valoración favorable de la experiencia en realidad virtual. La interpretación se realizó mediante frecuencias relativas y la identificación de la moda de cada variable, con el fin de establecer el comportamiento predominante de los resultados.

En cuanto al realismo del entorno virtual, la moda correspondió a la opción realista (58,3 %), seguida de muy realista (25 %). En conjunto, el 83,3 % calificó positivamente la representación del ambiente, mientras que el 8,3 % mantuvo una postura neutral y otro 8,3 % la consideró muy poco realista. Para el nivel de inmersión, la mayor frecuencia se registró en la valoración alta (58,3 %), seguida de muy alta (25 %). En total, el 83,3 % ubicó la experiencia en los niveles superiores de la escala y el 16,7 % optó por una valoración neutral, sin registrarse respuestas en las categorías baja o muy baja.

Respecto a la comodidad durante el recorrido, el 58,3 % indicó haberse sentido cómodo y el 16,7 %, muy cómodo, alcanzando una aceptación del 75 %. El 16,7 % manifestó incomodidad y el 8,3 % restante adoptó una posición intermedia.

En relación con la capacidad de la experiencia para percibir cambios en la sensación térmica, el 66,7 % respondió afirmativamente y el 33,3 % señaló que ello ocurrió de forma parcial. La ausencia de respuestas negativas indica que todos los participantes identificaron, en diferente medida, variaciones entre las configuraciones evaluadas.

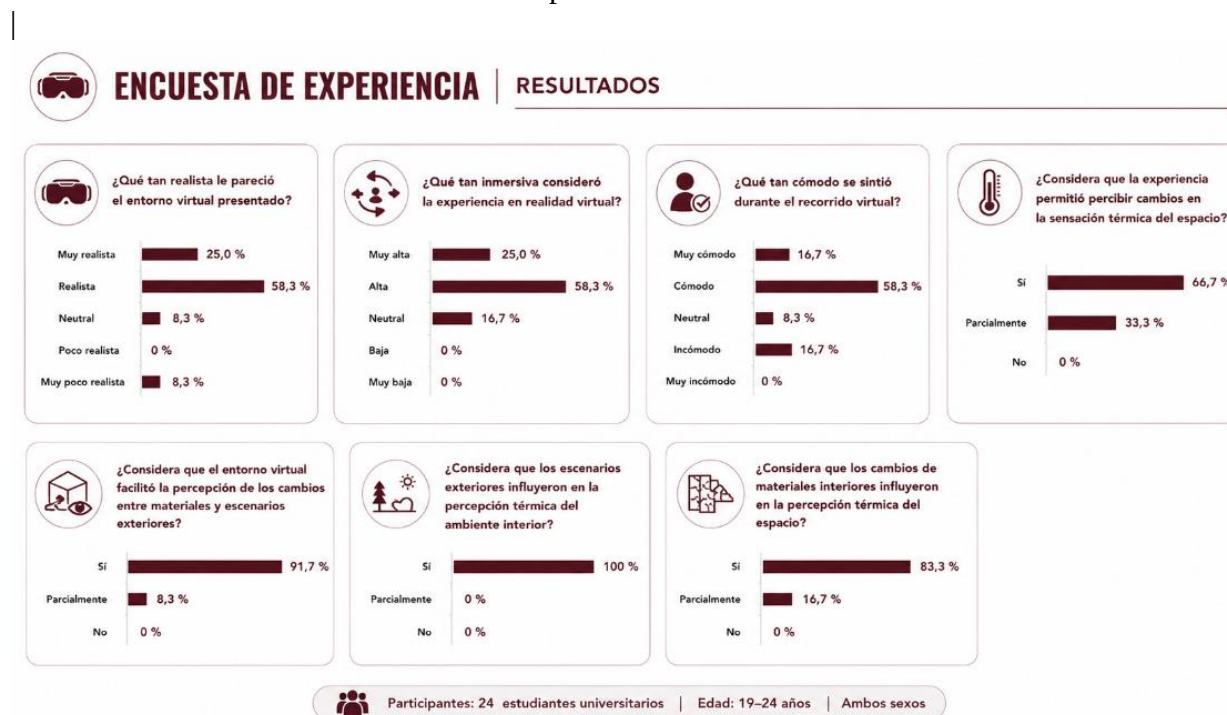
La apreciación de los cambios entre materiales y escenarios exteriores presentó un elevado nivel de consenso. El 91,7 % respondió que el entorno virtual facilitó dicha identificación, mientras que el 8,3 % consideró que lo hizo parcialmente.

El mayor grado de coincidencia se obtuvo al valorar la influencia de los escenarios exteriores sobre la percepción térmica del ambiente interior, donde el 100 % respondió afirmativamente, reflejando unanimidad en este aspecto. De igual manera, el 83,3 % reconoció que las modificaciones en los materiales interiores incidieron en la percepción térmica del espacio, mientras que el 16,7 % estimó que esa influencia fue parcial.

En términos generales, las frecuencias se concentraron en las opciones realista, alta, cómodo y sí, con porcentajes comprendidos entre el 58,3 % y el 100 %. Estos resultados respaldan la utilización de la realidad virtual como un recurso válido para representar condiciones espaciales y analizar la influencia de los estímulos visuales sobre la percepción del confort térmico.

Figura 25.

Síntesis de resultados de la encuesta de experiencia.



Nota. Se sintetizan los principales resultados obtenidos en la encuesta de experiencia aplicada a los participantes durante la experiencia inmersiva en RV. **Fuente.** Elaboración propia.

5.2.3.4. Retroalimentación de los participantes

Como complemento de la información cuantitativa obtenida mediante las encuestas estructuradas, se analizaron las observaciones emitidas por los participantes al finalizar la experiencia inmersiva. Estas apreciaciones permitieron identificar aspectos relacionados con la percepción del entorno, el nivel de inmersión alcanzado y la aceptación general de la metodología empleada.

Tabla 12.

Síntesis de la retroalimentación de los participantes.

Categoría	Síntesis de la retroalimentación
Experiencia inmersiva	La experiencia fue percibida como novedosa, dinámica y de fácil comprensión.
Percepción del espacio	Los participantes identificaron diferencias entre las configuraciones interiores y exteriores, asociándolas con distintas sensaciones ambientales.
Variables visuales	El color, la vegetación y la apertura visual fueron reconocidos como los elementos con mayor influencia sobre la percepción del ambiente.
Observaciones generales	Se destacó el potencial de la realidad virtual como herramienta para comprender y evaluar espacios arquitectónicos antes de su construcción.

Nota. La tabla sintetiza las observaciones registradas durante la retroalimentación final de los participantes. **Fuente.** Elaboración propia.

5.2.4. Discusión integrada de los resultados

La discusión interpreta los hallazgos obtenidos mediante su contraste con los fundamentos teóricos y los estudios de referencia revisados. En este contexto, los resultados permiten analizar el alcance de la influencia ejercida por los estímulos visuales sobre la percepción del confort térmico, así como examinar la consistencia de la evidencia empírica respecto a los modelos conceptuales que sustentan la investigación. Con este propósito, el análisis se estructura en tres ejes: la relación con el marco teórico, la comparación con las investigaciones de referencia y los aportes derivados del estudio.

5.2.4.1. Discusión de los resultados en relación al marco teórico

5.2.4.1.1. Influencia de los estímulos visuales en la percepción espacial y térmica

Las variaciones introducidas en la materialidad, la cromática y las texturas modificaron la interpretación perceptual del ambiente sin alterar sus condiciones físicas. Esta respuesta respalda los planteamientos de la Psicología en Entornos Construidos y la Neuroarquitectura, que conciben la percepción espacial como un proceso de integración cognitiva de los estímulos presentes en el entorno construido.

En el mismo sentido, las apreciaciones registradas durante la experiencia inmersiva guardan correspondencia con el planteamiento de Souza (2020), quien sostiene que la disposición de colores y texturas altera la percepción espacial. Las referencias realizadas por los participantes respecto a la amplitud, profundidad, equilibrio o carácter acogedor del aula evidencian que las modificaciones visuales produjeron cambios en la interpretación espacial sin requerir transformaciones geométricas del ambiente. Este comportamiento confirma que la configuración visual constituye un recurso proyectual capaz de incidir simultáneamente sobre la percepción espacial y la valoración térmica del espacio arquitectónico.

5.2.4.1.2. Carácter subjetivo y multisensorial del confort térmico percibido

La variabilidad observada entre las respuestas confirma que la percepción del confort térmico no presenta un comportamiento uniforme, sino que se encuentra condicionada por los procesos cognitivos mediante los cuales cada individuo interpreta el entorno. Una misma configuración espacial generó asociaciones distintas entre los participantes, lo que coincide con los fundamentos de la Psicología en Entornos Construidos respecto al carácter subjetivo de la experiencia ambiental.

Durante la retroalimentación cualitativa emergieron, además, observaciones relacionadas con estímulos no considerados dentro del diseño experimental, particularmente el ruido ambiental. Aunque esta variable no formó parte del objeto de estudio, varios participantes la asociaron con una mayor sensación de calor e incomodidad. Este hallazgo sugiere que la percepción del confort responde a una integración multisensorial, donde los estímulos visuales interactúan con otros factores perceptivos y emocionales durante la construcción de la experiencia espacial.

5.2.4.1.3. *El equilibrio perceptual como fundamento del confort*

Uno de los principales hallazgos del estudio radica en que las configuraciones con mayor aceptación no correspondieron a los escenarios percibidos como más fríos o más cálidos, sino a aquellos caracterizados por una composición visual equilibrada.

Esta tendencia indica que el confort térmico percibido no depende del predominio de un atributo arquitectónico específico, sino de la interacción entre materialidad, cromática, vegetación, mobiliario, vistas exteriores y organización espacial. Desde la perspectiva de la Neuroarquitectura, esta respuesta evidencia que el bienestar ambiental constituye el resultado de un procesamiento integrado de estímulos y no de la maximización de un único componente del espacio construido.

En consecuencia, los hallazgos amplían la comprensión del confort perceptual al plantear que el equilibrio entre los componentes visuales representa un criterio proyectual de mayor relevancia que la intensificación aislada de atributos asociados convencionalmente con sensaciones de frío o calor.

5.2.4.1.4. *Contrastación de la teoría de la presencia inmersiva*

La experiencia desarrollada mediante realidad virtual presenta correspondencia con los postulados de Steuer (1992), Lombard y Ditton (1997) y Slater (2009), al evidenciar respuestas perceptuales equiparables a las generadas durante la interacción con un entorno construido.

La fase de adaptación, el proceso de calibración y las opciones de personalización disponibles en el visor Meta Horizon favorecieron una interacción consistente con el entorno virtual, permitiendo ajustar parámetros relacionados con la altura de observación, el campo visual y la posición del usuario. Estas condiciones fortalecieron la sensación de presencia descrita por dichos autores, evidenciando que la inmersión depende tanto de las capacidades tecnológicas del sistema como del grado de interacción establecido entre el usuario y el entorno virtual.

5.2.4.2. Discusión de los resultados en relación con los estudios de referencia

Los hallazgos presentan concordancia con las investigaciones desarrolladas por Wu et al. (2023; 2024), al confirmar la influencia de los estímulos visuales sobre la percepción térmica y la pertinencia de la realidad virtual como herramienta para el análisis perceptual en arquitectura.

No obstante, el estudio incorpora una aproximación metodológica diferente al evaluar configuraciones arquitectónicas integrales, en lugar de analizar variables visuales de forma independiente. La combinación de materialidad, cromática, vegetación, mobiliario y escenarios exteriores aproxima el procedimiento experimental al proceso real de diseño arquitectónico, donde las decisiones proyectuales responden a la interacción simultánea de múltiples componentes espaciales.

Adicionalmente, la integración de evidencia cuantitativa, entrevistas a especialistas y observaciones cualitativas permitió interpretar no solo las preferencias perceptuales de los participantes, sino también los procesos de razonamiento que sustentaron dichas elecciones, ampliando el alcance analítico de los estudios precedentes.

5.2.4.3. Aportes de la investigación

Desde el punto de vista conceptual, la investigación aporta evidencia de que la percepción del confort térmico constituye un fenómeno emergente derivado de la interacción entre múltiples componentes visuales, descartando interpretaciones basadas en la influencia aislada de un único atributo arquitectónico.

En el ámbito metodológico, se demuestra la aplicabilidad de la realidad virtual inmersiva como herramienta para la evaluación anticipada de propuestas arquitectónicas, posibilitando el análisis perceptual de diferentes configuraciones espaciales antes de su materialización física.

En el plano disciplinar, el estudio incorpora una metodología susceptible de integrarse al proceso de diseño arquitectónico como mecanismo de apoyo para la toma de decisiones proyectuales fundamentadas en la experiencia perceptual de los futuros usuarios.

Desde una perspectiva científica, la investigación amplía el conocimiento existente sobre percepción ambiental al analizar configuraciones arquitectónicas completas mediante un enfoque mixto que articula evidencia experimental, interpretación cualitativa y fundamentación teórica.

Figura 26.

Diagrama de los resultados se la investigación



Nota. Síntesis del procedimiento aplicado en el caso de estudio. **Fuente.** Elaboración

propia a partir de la normativa.

6. Conclusiones

La investigación permitió analizar la influencia de los estímulos visuales del entorno arquitectónico sobre la percepción del confort térmico mediante realidad virtual inmersiva en un aula universitaria. A partir del cumplimiento de los objetivos planteados, se establecen las siguientes conclusiones:

El análisis desarrollado permitió establecer la influencia de los estímulos visuales del entorno arquitectónico sobre la percepción del confort térmico en un aula universitaria mediante realidad virtual inmersiva. En correspondencia con los objetivos planteados, se establecen las siguientes conclusiones:

C1. La materialidad, la cromática, las texturas, la vegetación y la configuración de los escenarios exteriores constituyen los principales estímulos visuales que intervienen en la percepción del confort térmico. La interacción entre estos componentes modifica la interpretación perceptual del ambiente, consolidándose como variables de diseño relevantes para la generación de espacios arquitectónicos orientados al bienestar de sus usuarios.

C2. La realidad virtual inmersiva constituye una metodología viable para la evaluación anticipada de configuraciones arquitectónicas, al reproducir escenarios con un nivel de inmersión suficiente para analizar la respuesta perceptual de los usuarios antes de la ejecución física del proyecto. Su aplicación fortalece el proceso de toma de decisiones proyectuales mediante la valoración previa de alternativas de diseño.

C3. La percepción del confort térmico responde a un proceso subjetivo en el que intervienen múltiples estímulos visuales de manera simultánea. Las configuraciones espaciales con mayor aceptación corresponden a aquellas que presentan un equilibrio entre materiales,

colores, vegetación, mobiliario y entorno exterior, evidenciando que el confort perceptual no depende de un único atributo arquitectónico, sino de la integración de los distintos componentes que conforman el espacio.

C4. Los estímulos visuales influyen en la percepción del confort térmico y la realidad virtual inmersiva permite evaluar dicha relación durante la etapa de diseño arquitectónico. En este sentido, la investigación aporta evidencia que respalda la incorporación de herramientas de simulación inmersiva como apoyo a la toma de decisiones proyectuales, favoreciendo el desarrollo de espacios educativos con mayores condiciones de confort y calidad ambiental.

7. Recomendaciones

A partir de las conclusiones obtenidas en la investigación, se plantean las siguientes recomendaciones, formuladas en correspondencia con los principales hallazgos del estudio y orientadas a dar continuidad a los aspectos identificados durante el desarrollo de la investigación:

R1. En correspondencia con la identificación de la materialidad, la cromática, las texturas, la vegetación y los escenarios exteriores como estímulos visuales determinantes en la percepción del confort térmico, se recomienda ampliar futuras investigaciones mediante el análisis individual y combinado de estas variables, incorporando además otros componentes arquitectónicos, con el fin de profundizar en su incidencia sobre la percepción ambiental en diferentes tipologías de espacios.

R2. Considerando la viabilidad de la realidad virtual inmersiva como herramienta para la evaluación perceptual, se recomienda incorporarla en las etapas iniciales del proceso de diseño arquitectónico para analizar diferentes alternativas espaciales antes de su ejecución, favoreciendo decisiones proyectuales fundamentadas en la experiencia de los futuros usuarios. Asimismo, en futuras investigaciones se sugiere estructurar el diseño experimental considerando el tiempo de exposición y la carga cognitiva de los participantes, distribuyendo un mayor número de configuraciones arquitectónicas en sesiones independientes o mediante diseños experimentales escalonados, con el fin de ampliar el análisis sin comprometer la calidad de las respuestas obtenidas.

R3. Dado que la percepción del confort térmico responde a la interacción de múltiples estímulos visuales, se recomienda desarrollar investigaciones que integren variables ambientales

complementarias, como iluminación, acondicionamiento acústico, temperatura, humedad y velocidad del aire, con el propósito de analizar el confort desde una perspectiva multisensorial.

R4. En función de los resultados obtenidos mediante la simulación inmersiva, se recomienda ampliar la aplicación de esta metodología en diferentes contextos arquitectónicos, niveles educativos y tipologías de usuarios, con el propósito de fortalecer la evidencia científica sobre el uso de la realidad virtual como herramienta de apoyo para el diseño arquitectónico centrado en el usuario.

8. Referencias Bibliográficas

- Abbas, S., Okdeh, N., Roufayel, R., Kovacic, H., Sabatier, J. M., Fajloun, Z., & Abi Khattar, Z. (2024). Neuroarchitecture: How the Perception of Our Surroundings Impacts the Brain. *Biology* 2024, Vol. 13, Page 220, 13(4), 220.
<https://doi.org/10.3390/BIOLOGY13040220>
- Agenda 2030 en América Latina y el Caribe. (n.d.). Retrieved February 3, 2026, from <https://agenda2030lac.org/es/acerca-de-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible>
- Agenda De Transformación Digital Del Ecuador – Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2022).
<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/agenda-de-transformacion-digital-del-ecuador/>
- Agenda Hábitat Sostenible. (2020).
- Boadbent, geoffrey. (1977). A plain man's guide to the theory of signs in architecture. *Semiotic*. <https://jmtresearch.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/01/broadbent-a-plain-mans-guide.pdf>
- Cao, Z., Mustafa, M., & Mohd Isa, M. H. (2024). Regional Architecture Building Identity: The Mediating Role of Authentic Pride. *Buildings* 2024, Vol. 14, Page 1059, 14(4), 1059. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS14041059>
- Chaudhury, H., Mahmood, A., & Valente, M. (2006). Nurses' perception of single-occupancy versus multioccupancy rooms in acute care environments: An exploratory comparative assessment. *Applied Nursing Research*, 19(3), 118–125.
<https://doi.org/10.1016/j.apnr.2005.06.002>
- Coburn, A., Vartanian, O., & Chatterjee, A. (2017). Buildings, Beauty, and the Brain: A Neuroscience of Architectural Experience. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 29(9), 1521–1531. https://doi.org/10.1162/JOCN_A_01146
- Código Orgánico Administrativo. (2017). www.lexis.com.ec
- Constitución de la República del Ecuador. (2008).
<https://www.lexis.com.ec/biblioteca/constitucion-republica-ecuador>
- Narváez, D. (2023). LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: UNA MIRADA DESDE LA TEORÍA ECONÓMICA. (2), 170–196. <https://doi.org/10.22267/rtend.232402.232>
- Estrada, T., Coral, G., Montero, C., María, J., Uribe Hernandez, ;, Rios Herrera, C. ;, & Joél, J. (2019). Innovación tecnológica: Reflexiones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(85). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29058864011>
- Di Russo, A. (n.d.). *Gestalt: Teoría, Principios y su Aplicación en la Percepción Humana - Coach y PNL*. Retrieved November 3, 2025, from <https://coachypnl.com/gestalt-teoria-principios-y-su-aplicacion-en-la-percepcion-humana/>
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147–162. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Dragos, S., Ionescu, S., & Balan, T. (2013). *The Phalanstery Paradigm Paradoxes of Architectural Determinism*.
https://www.researchgate.net/publication/258358609_The_Phalanstery_Paradigm_Paradoxes_of_Architectural_Determinism
- Eberhard, J. P. (2009). Applying Neuroscience to Architecture. *Neuron*, 62(6), 753–756.
<https://doi.org/10.1016/J.NEURON.2009.06.001>

- Eren, Y., & Feyzan Erkip, A. (2004). *USING THE KNOWLEDGE OF HUMAN BEHAVIOR IN ARCHITECTURAL DESIGN*.
- Fajnzylber, V., Gutiérrez, F. J., Barraza, P., Riveros, P., Moyano, J., & Sbert, M. (2024). La mirada inmersiva. *Revue Française Des Méthodes Visuelles*, 5. <https://doi.org/10.4000/12mpq>
- FIDE. (2023). Influencias Ambientales en la Conducta: Cómo el Entorno Moldea Nuestro Comportamiento. <https://Www.Fide.Edu.Pe/>. <https://www.fide.edu.pe/blog/detalle/influencias-ambientales-en-la-conducta-como-el-entorno-moldea-nuestro-comportamiento/>
- Freeman, C., & Soete, L. (1982). *The Economics of Industrial Innovation*. MIT Press. https://scholar.google.com.br/scholar?as_q=The+Economics+of+Industrial+Innovation&as_epq=&as_oq=&as_eq=&as_occt=any&as_sauthors=freeman&as_publication=&as_ylo=1982&as_yhi=1982&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5#4
- García, A. (2022). *Neurociencia: ¿Cómo medir la percepción del espacio arquitectónico?* <https://www.archdaily.com/es/982558/neurociencia-como-medir-la-percepcion-del-espacio-arquitectonico?auth=hadid>
- Hall, E. (1966). *The Hidden Dimension* (Primera edición). Doubleday. https://es.scribd.com/document/452749158/ET-Hall-The-Hidden-Dimension-pdf?utm_source=chatgpt.com
- Heeter, C. (1992). Being There: The Subjective Experience of Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(2), 262–271. <https://doi.org/10.1162/PRES.1992.1.2.262>
- Heidegger, Martín. (1927). *El ser y el tiempo* (Ed. FCE-1951. trad....). <https://es.scribd.com/document/240980489/Heidegger-Martin-Ser-y-Tiempo-1927>
- Heim, M. (1993). *The Metaphysics of Virtual Reality* (1st ed.). <https://books.google.com.ec/books?id=0UfnCwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Higuera-Trujillo, J. L., Llinares, C., & Macagno, E. (2021). The Cognitive-Emotional Design and Study of Architectural Space: A Scoping Review of Neuroarchitecture and Its Precursor Approaches. *Sensors 2021*, Vol. 21, Page 2193, 21(6), 2193. <https://doi.org/10.3390/S21062193>
- Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*.
- Jaglarz, A. (2023). Perception of Color in Architecture and Urban Space. *Buildings 2023*, Vol. 13, Page 2000, 13(8), 2000. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS13082000>
- Jelić, A., Tieri, G., De Matteis, F., Babiloni, F., & Vecchiato, G. (2016). The enactive approach to architectural experience: A neurophysiological perspective on embodiment, motivation, and affordances. *Frontiers in Psychology*, 7(MAR), 163398. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2016.00481/FULL>
- Jiang, Y., Li, N., Yongga, A., & Yan, W. (2022). Short-term effects of natural view and daylight from windows on thermal perception, health, and energy-saving potential. *Building and Environment*, 208, 108575. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2021.108575>
- Kelly, J. W., Doty, T. A., Cherep, L. A., & Gilbert, S. B. (2022). Boundaries Reduce Disorientation in Virtual Reality. *Frontiers in Virtual Reality*, 3, 882526. <https://doi.org/10.3389/FRVIR.2022.882526>

- Kent, M., Schiavon, S., Kenta, M., & Schiavonb, S. (2020). Evaluation of the effect of landscape distance seen in window views on visual satisfaction. *Building and Environment*, 183. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2020.107160>
- Ko, W. H., Schiavon, S., Zhang, H., Graham, L. T., Brager, G., Mauss, I., & Lin, Y. W. (2020a). The impact of a view from a window on thermal comfort, emotion, and cognitive performance. *Building and Environment*, 175, 106779. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2020.106779>
- Ko, W. H., Schiavon, S., Zhang, H., Graham, L. T., Brager, G., Mauss, I., & Lin, Y. W. (2020b). The impact of a view from a window on thermal comfort, emotion, and cognitive performance. *Building and Environment*, 175, 106779. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2020.106779>
- Lee, J. K. (1984). *SPACE AND SOCIETY*.
- Lenzholzer, S., & de Vries, S. (2020). Exploring outdoor thermal perception—a revised model. *International Journal of Biometeorology*, 64(2), 293–300. <https://doi.org/10.1007/S00484-019-01777-Z>
- Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2). <https://doi.org/10.1111/J.1083-6101.1997.TB00072.X/4080403>
- Lombard, M., & Jones, M. T. (2015). Defining presence. *Immersed in Media: Telepresence Theory, Measurement and Technology*, 13–34. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10190-3_2/SAVE-RESEARCH
- Lotito Catino, F. (2009). *ARQUITECTURA PSICOLOGÍA ESPACIO E INDIVIDUO ARCHITECTURE, PSYCHOLOGY, SPACE AND INDIVIDUAL*. <https://doi.org/10.4206/aus.2009.n6-03>
- Meehan, M., Insko, B., Whitton, M., & Brooks, F. P. (2002). Physiological measures of presence in stressful virtual environments. *ACM Transactions on Graphics*, 21(3), 645–652. <https://doi.org/10.1145/566654.566630;WGROU:STRING:ACM>
- Merleau, M. (1945). *Phenomenology of Perception* (ted honderich). https://digitalcommons.bard.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1435&context=hapl_marginalia_all
- Mora, P. (2014). *NeuroArquitectura y Educación: Aprendiendo con mucha luz*. <https://www.archdaily.mx/mx/02-339688/neuroarquitectura-y-educacion-aprendiendo-con-mucha-luz>
- NUA-Spanish. (2016).
- ONU-Habitat. (2020). www.unhabitat.org
- Parkinson, T., Zhang, H., Arens, E., He, Y., de Dear, R., Elson, J., Parkinson, A., Maranville, C., & Wang, A. (2021). Predicting thermal pleasure experienced in dynamic environments from simulated cutaneous thermoreceptor activity. *Indoor Air*, 31(6), 2266–2280. <https://doi.org/10.1111/INA.12859>
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343–373. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)
- Pinargote Castro, M. A., Antón Espinoza, W. E., & Solórzano Ortega, C. V. (2025). RV como herramienta para la enseñanza activa y el aprendizaje experiencial. Una revisión sistemática. *Revista Tribunal*, 5(11), 452–466. <https://doi.org/10.59659/REVISTATRIBUNAL.V5I11.168>

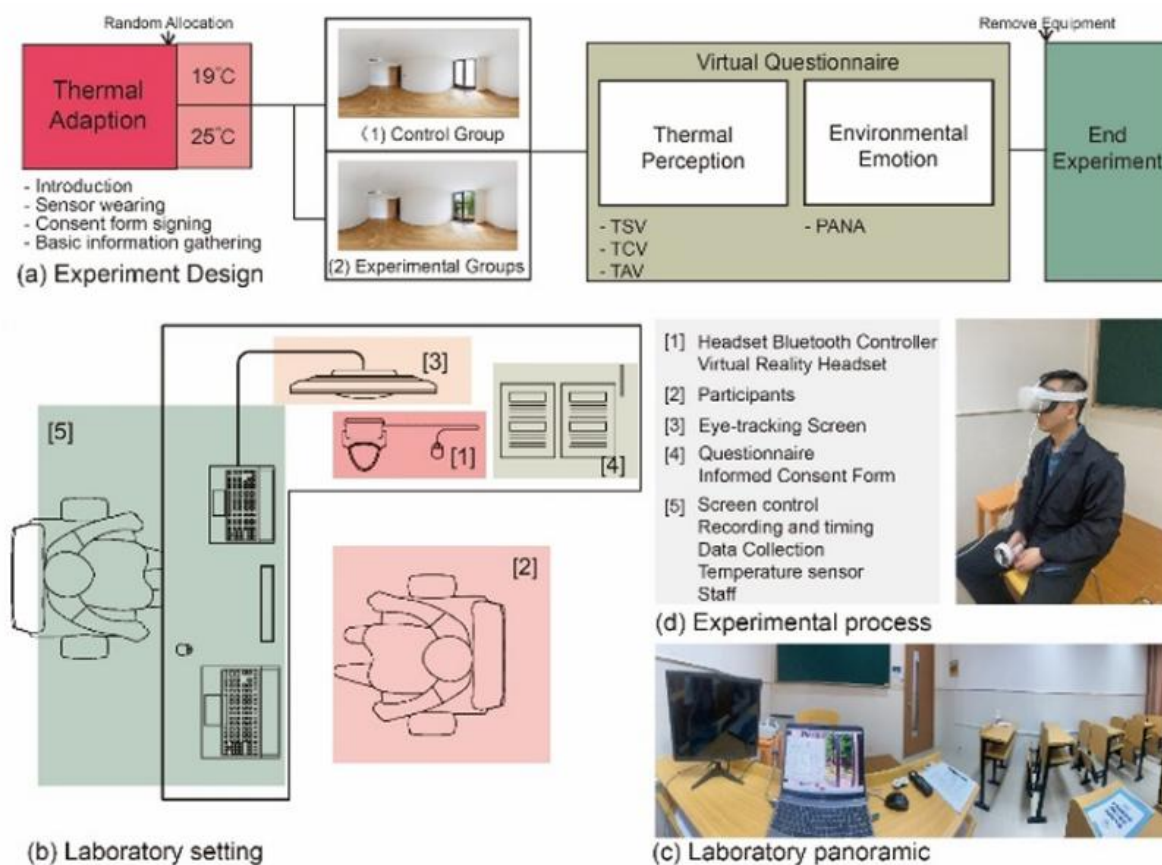
- Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience* 2005 6:4, 6(4), 332–339.
<https://doi.org/10.1038/nrn1651>
- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Development*.
- Schweiker, M., Huebner, G. M., Kingma, B. R. M., Kramer, R., & Pallubinsky, H. (2018). Drivers of diversity in human thermal perception—A review for holistic comfort models. *Temperature*, 5(4), 308–342. <https://doi.org/10.1080/23328940.2018.1534490>
- Slater, M. (2009). *Place Illusion and Plausibility Can Lead to Realistic Behaviour in Immersive Virtual Environments*. <https://www.jstor.org/stable/40538148>
- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British Journal of Psychology*, 109(3), 431–433. <https://doi.org/10.1111/BJOP.12305>
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016a). Enhancing our lives with immersive virtual reality. In *Frontiers Robotics AI* (Vol. 3, Number DEC). Frontiers Media S.A.
<https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016b). Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Front. Robot. AI*, 3, 74. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), 603–616.
<https://doi.org/10.1162/PRES.1997.6.6.603>
- Sommer, R. (1969). *Personal space: the behavioral basis of design*.
<https://archive.org/details/personalspacebeh00somm/page/n11/mode/2up>
- Souza, E. (2020, March 14). *Cómo los colores cambian la percepción de los espacios interiores* | ArchDaily México. <https://www.archdaily.mx/mx/935141/como-los-colores-cambian-la-percepcion-de-los-espacios-interiores>
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/J.1460-2466.1992.TB00812.X;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- Rapoport, A. (1990). *The Meaning Of The Built Environment*.
<https://archive.org/details/TheMeaningOfTheBuiltEnvironment>
- Tomas, D. (2002). *Architecture and the urban enviroment*.
<https://books.google.rw/books?id=J2tjiC-Dq5MC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Valls Sol. (2025, May 3). El ultramaratonista que logró récords asombrosos explica cómo “programarse” para superar los límites - LA NACION. *LA NACIÓN*.
<https://www.lanacion.com.ar/salud/el-ultramaratonista-que-logro-records-asombrosos-explica-como-programarse-para-superar-los-limites-nid29042025/>
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence*, 7(3), 225.
- Wu, C., Cui, J., Xu, X., & Song, D. (2023a). The influence of virtual environment on thermal perception: physical reaction and subjective thermal perception on outdoor scenarios in virtual reality. *International Journal of Biometeorology* 2023 67:8, 67(8), 1291–1301. <https://doi.org/10.1007/S00484-023-02495-3>
- Wu, C., Cui, J., Xu, X., & Song, D. (2023b). The influence of virtual environment on thermal perception: physical reaction and subjective thermal perception on outdoor

- scenarios in virtual reality. *International Journal of Biometeorology*, 67(8), 1291–1301. <https://doi.org/10.1007/S00484-023-02495-3>
- Wu, C., Cui, J., Xu, X., & Song, D. (2023c). The influence of virtual environment on thermal perception: physical reaction and subjective thermal perception on outdoor scenarios in virtual reality. *International Journal of Biometeorology*, 67(8), 1291–1301. <https://doi.org/10.1007/S00484-023-02495-3>
- Wu, C., Cui, J., Xu, X., & Song, D. (2023d). The influence of virtual environment on thermal perception: physical reaction and subjective thermal perception on outdoor scenarios in virtual reality. *International Journal of Biometeorology*, 67(8), 1291–1301. <https://doi.org/10.1007/S00484-023-02495-3>
- Wu, C., Yu, Z., & Song, D. (2024). Window views psychological effects on indoor thermal perception: a comparison experiment based on virtual reality environments. *E3S Web of Conferences*, 546. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454602003>
- Yeom, D., Choi, J. H., & Kang, S. H. (2019). Investigation of the physiological differences in the immersive virtual reality environment and real indoor environment: Focused on skin temperature and thermal sensation. *Building and Environment*, 154, 44–54. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2019.03.013>
- Zakšek, K., Oštir, K., & Kokalj, Ž. (2011). Sky-View Factor as a Relief Visualization Technique. *Remote Sensing 2011*, Vol. 3, Pages 398–415, 3(2), 398–415. <https://doi.org/10.3390/RS3020398>

9. Anexos

Anexo 1.

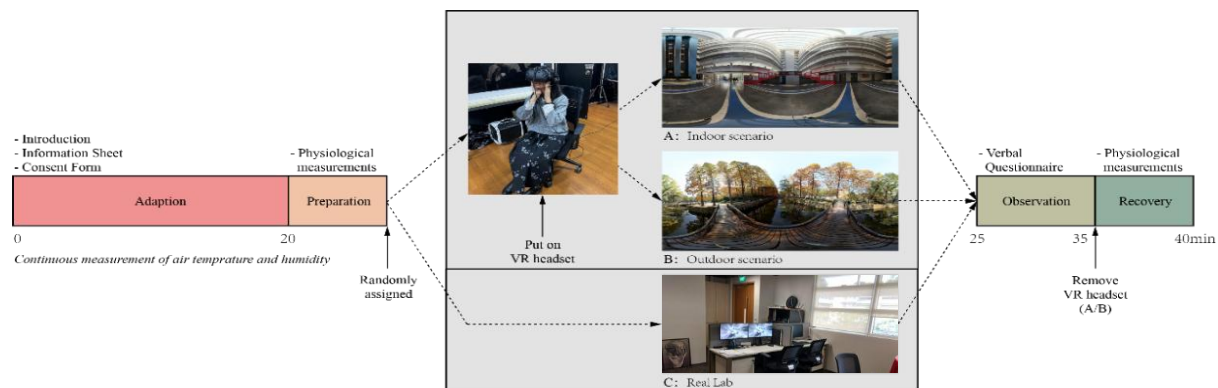
Diseño, configuración y procedimiento experimental.



Nota. La figura representa la adaptación térmica inicial, la asignación de los participantes a las condiciones de 19 °C y 25 °C, la visualización de las escenas de control y experimentales, y la evaluación de la percepción térmica y las respuestas emocionales mediante cuestionarios virtuales. **Fuente.** Tomado de Wu et al. (2024), Figura 2.

Anexo 2.

Diseño, configuración y procedimiento experimental.



Nota. El esquema resume las etapas del experimento, desde la adaptación térmica y la preparación inicial hasta la exposición a los escenarios virtuales o al laboratorio real, el periodo de observación y la recuperación de los participantes.

Fuente. Tomado de Wu et al. (2023), Figura 1.

Anexo 3.

Entrevista 1: Perspectiva bioclimática e innovación por el Arq. Cristhian Melgar.

La presente entrevista se realiza en el marco del trabajo de titulación sobre la *percepción térmica visual en entornos de RV aplicados a la arquitectura*. El objetivo es recopilar criterios expertos sobre la percepción térmica visual y la validez del uso de la RV como herramienta de análisis en arquitectura. Las preguntas están orientadas a sus campos de especialización: bioclimática e innovación.

Pregunta 1:

Desde su experiencia, ¿cómo se entiende la percepción térmica visual dentro del análisis bioclimático del espacio arquitectónico?

Respuesta:

Hay que tener en cuenta la biophilia, que se entiende como la relación del ser humano con la percepción de materiales naturales. Esto influye en la sensación térmica del espacio, ya que el uso de materiales naturales puede lograr una reducción de la temperatura mucho más efectiva que materiales tradicionales como el hormigón o el cemento.

Por lo tanto, esta percepción del uso de materiales naturales dentro del espacio es bastante favorable dentro del diseño arquitectónico.

Pregunta 2:

¿Qué variables visuales considera más determinantes en la construcción de la sensación térmica en un espacio? Por ejemplo: color, iluminación, materialidad o vegetación.

Respuesta:

Considero que dentro de los espacios influyen mucho las condiciones de confort, especialmente la iluminación. Hay espacios que demandan diferentes niveles de iluminación según las actividades que se realizan en ellos.

Asimismo, la ventilación es un factor importante dentro del desarrollo de proyectos arquitectónicos, ya que las variables ambientales deben responder al uso específico del espacio.

Pregunta 3:

¿Hasta qué punto esta percepción puede generarse únicamente a partir de estímulos visuales sin la presencia de condiciones térmicas reales?

Respuesta:

La percepción visual es importante y favorable porque permite generar una primera aproximación a la sensación del espacio. El ser humano percibe a través de diferentes sentidos: primero observa la iluminación, la luz y las condiciones visuales del entorno, y a partir de ello construye una idea del ambiente.

Sin embargo, para tener una percepción más real de la situación construida o del diseño, es necesario complementar esta experiencia. La visualización del diseño tiene un impacto positivo, y con el tiempo se podrían desarrollar procesos que integren mejor estas sensaciones humanas dentro del diseño arquitectónico.

Pregunta 4:

¿Qué limitaciones identifica al evaluar la percepción térmica visual mediante entornos simulados como la RV?

Respuesta:

Una de las principales limitaciones puede ser el desconocimiento de estas técnicas de visualización y representación. También el desarrollo de escenarios que realmente permitan al usuario interactuar y analizar el espacio donde va a vivir o desarrollar sus actividades.

Actualmente, muchos arquitectos no logran transmitir claramente cuál será la percepción real de los espacios. Esto generalmente solo se evidencia cuando el proyecto ya está construido.

Se utilizan herramientas como el renderizado, pero estos son principalmente imágenes o videos que pueden carecer de la percepción espacial real que sí podría lograrse con una visualización 3D interactiva, donde se simule el movimiento del sol, la iluminación y otras variables del entorno.

Cierre del entrevistado:

En el diseño arquitectónico es fundamental considerar las variables que influyen en la percepción del espacio, ya que estas determinan la experiencia del usuario dentro del proyecto.

Anexo 4.

Entrevista 2: Perspectiva de innovación por la Arq. Gisella Vera.

Introducción

Esta entrevista tiene como finalidad analizar el uso de la realidad virtual como herramienta en estudios de percepción espacial, considerando su aplicación en entornos arquitectónicos simulados.

Pregunta 1

Desde su perspectiva, ¿qué rol cumple la realidad virtual en los procesos actuales de análisis y diseño arquitectónico?

Respuesta:

La realidad virtual, al igual que otras tecnologías emergentes, constituye una herramienta indispensable para los profesionales y, en particular, para los arquitectos. Su incorporación en los procesos de diseño permite innovar y mejorar la manera en que se conciben y presentan los proyectos.

En arquitectura, la realidad virtual facilita la simulación de los espacios antes de su construcción, permitiendo recorrerlos, experimentarlos y comprender cómo serán percibidos una vez habitados. Esto no solo fortalece el proceso de diseño, sino que también mejora la comunicación con el cliente, ya que le permite visualizar y experimentar el proyecto de una manera mucho más realista antes de su ejecución.

Pregunta 2

¿Qué tan confiable considera la percepción del usuario dentro de entornos virtuales inmersivos?

Respuesta:

La confiabilidad de la percepción en realidad virtual depende en gran medida del usuario. Se trata de una cuestión subjetiva, ya que cada persona responde de manera distinta a las experiencias inmersivas.

Existen usuarios que aceptan y comprenden fácilmente este tipo de tecnologías, mientras que otros presentan dificultades para asimilar el espacio representado virtualmente. En ese sentido, la realidad virtual puede considerarse una herramienta confiable para anticipar la percepción del proyecto, siempre que se considere la disposición y apertura del usuario hacia este tipo de experiencias tecnológicas.

Pregunta 3

¿Qué factores influyen en la calidad de la experiencia perceptual en realidad virtual?

Respuesta:

La calidad de la experiencia perceptual depende de la capacidad del entorno virtual para captar completamente la atención del usuario y estimular sus sentidos.

Para lograr una experiencia inmersiva, el ambiente debe generar una percepción suficientemente rica que permita al usuario recorrer el espacio y sentirse involucrado en él. Mientras mayor sea la capacidad del entorno para despertar la atención y producir una experiencia sensorial significativa, mejor será la percepción espacial obtenida.

Pregunta 4

¿Qué limitaciones considera que tiene la realidad virtual frente a la experiencia espacial en entornos reales?

Respuesta:

La principal limitación de la realidad virtual es que no puede reproducir completamente las sensaciones que se experimentan en un entorno real.

En un espacio físico es posible percibir aspectos como la temperatura, el contacto con los materiales, la sensación de amplitud o confinamiento y otras condiciones ambientales que influyen directamente en la experiencia espacial. Aunque la realidad virtual permite visualizar y recorrer un ambiente antes de ser construido, aún no logra sustituir por completo la experiencia sensorial que ofrece la interacción directa con un espacio real.

Cierre

Agradezco su tiempo y los aportes brindados durante esta entrevista. Sus respuestas constituyen un insumo valioso para el desarrollo y la validación de la presente investigación.

Anexo 5.

Encuesta de percepción.

¿Qué aula le generó mayor sensación de frío?

- Escena interior 1: Aula tradicional 1: **33,3 %**
- Escena interior 2: Aula tradicional 2: **0 %**
- Escena interior 3: Aula renovada: **33,3 %**
- Escena interior 4: Aula propuesta: **33,3 %**

¿Qué aula le generó mayor sensación de calor?

- Escena interior 1: Aula tradicional 1: **8,3 %**
- Escena interior 2: Aula tradicional 2: **75,0 %**
- Escena interior 3: Aula renovada: **0 %**
- Escena interior 4: Aula propuesta: **16,7 %**

¿Qué escenario exterior le generó mayor sensación de frío?

- Escenario 1: Actual: **0 %**
- Escenario 2: Actual modificado: **0 %**
- Escenario 3: Propuesta con biofilia: **100 %**

¿Qué escenario exterior le generó mayor sensación de calor?

- Escenario 1: Actual: **58,3 %**
- Escenario 2: Actual modificado: **41,7 %**
- Escenario 3: Propuesta con biofilia: **0 %**

¿Qué color de pared le generó mayor sensación de frío?

- Blanco: **83,3 %**
- Beige: **0 %**
- Gris: **16,7 %**

¿Qué color de pared le generó mayor sensación de calor?

- Blanco: **8,3 %**
- Beige: **58,3 %**
- Gris: **33,3 %**

¿Qué textura de piso le generó mayor sensación de frío?

- Cerámica existente: **75,0 %**
- Gris claro: **16,7 %**
- Madera caramelo: **8,3 %**
- Madera chocolate: **0 %**

¿Qué textura de piso le generó mayor sensación de calor?

- Cerámica existente: **0 %**
- Gris claro: **0 %**
- Madera caramelo: **16,7 %**
- Madera chocolate: **83,3 %**

¿Qué aula le generó mayor sensación de confort?

- Escena interior 1: Aula tradicional 1: **0 %**
- Escena interior 2: Aula tradicional 2: **0 %**
- Escena interior 3: Aula renovada: **25,0 %**
- Escena interior 4: Aula propuesta: **75,0 %**

¿Qué escenario exterior le generó mayor sensación de confort?

- Escenario 1: Actual: **0 %**
- Escenario 2: Actual modificado: **33,3 %**
- Escenario 3: Propuesta con biofilia: **66,7 %**

¿Qué color de pared le generó mayor sensación de confort?

- Blanco: **100 %**
- Beige: **0 %**
- Gris: **0 %**

¿Qué textura de piso le generó mayor sensación de confort?

- Cerámica existente: **16,7 %**
- Gris claro: **83,3 %**
- Madera caramelo: **0 %**
- Madera chocolate: **0 %**

Anexo 6.

Encuesta de experiencia.

¿Qué tan realista le pareció el entorno virtual presentado?

- Muy realista: 25 %
- Realista: 58,3 %
- Neutral: 8,3 %
- Poco realista: 0 %
- Muy poco realista: 8,3 %

¿Qué tan inmersiva consideró la experiencia en realidad virtual?

- Muy alta: 25 %
- Alta: 58,3 %
- Neutral: 16,7 %
- Baja: 0 %
- Muy baja: 0 %

¿Qué tan cómodo se sintió durante el recorrido virtual?

- Muy cómodo: 16,7 %
- Cómodo: 58,3 %
- Neutral: 8,3 %
- Incómodo: 16,7 %
- Muy incómodo: 0 %

¿Considera que la experiencia permitió percibir cambios en la sensación térmica del espacio?

- Sí: 66,7 %
- Parcialmente: 33,3 %
- No: 0 %

¿Considera que el entorno virtual facilitó la percepción de los cambios entre materiales y escenarios exteriores?

- Sí: 91,7 %
- Parcialmente: 8,3 %
- No: 0 %

¿Considera que los escenarios exteriores influyeron en la percepción térmica del ambiente interior?

- Sí: 100 %
- Parcialmente: 0 %
- No: 0 %

¿Considera que los cambios de materiales interiores influyeron en la percepción térmica del espacio?

- Sí: 83,3 %
- Parcialmente: 16,7 %
- No: 0 %

Anexo 7.

Evidencia fotográfica del proceso de simulación.

Evidencias de la simulación

