

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA
VALPARAÍSO – CHILE



ESTIMACIÓN ESPACIAL:
ESTUDIO DE LAS CAPACIDADES PERCEPTIVAS PARA
EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

LEONARDO ANDRÉS FIGUEROA ARANCIBIA

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE ARQUITECTO

Profesores guía
EDUARDO VALENZUELA
RAÚL SOLÍS

DICIEMBRE - 2024

Estimación Espacial: Estudio de las capacidades perceptivas para el diseño arquitectónico

Leonardo Figueroa Arancibia

Profesor Referente: Eduardo Valenzuela | Profesor Correferente: Raúl Solís

Dedicatoria

La vida no perdona ni premia a nadie, sea bueno o malo, recordándonos a veces con más dureza de lo que debería, que esta no es justa. Cada uno es el protagonista de su propia historia, sobreviviendo con las facilidades y problemáticas con las que uno cuenta y siendo esas mismas las que nos dictan cuales son nuestros verdaderos logros para realmente celebrar.

Con esto, por encima de agradecer, es dedicar este trabajo a mí mismo, más bien, al Leo del pasado, quien vivió todo lo que vivió, lo bueno y lo malo que paso para llegar a este punto, a este trabajo que se volverá un punto de inflexión en nuestra vida.

Y para el resto, más que nada, un recordatorio de que celebren sus metas, que son de ustedes y de nadie más.

Agradecimientos

Agradecer en este punto es lo mínimo que se puede hacer, por todas aquellas personas que me han dado la mano para llegar hasta aquí y lamento no poder incluirlos a todos.

Quisiera empezar agradeciendo a toda la comunidad del departamento de arquitectura, en especial, a mis profesores Eduardo y Gustavo, fueron quienes más me guiaron en esta carrera y me brindaron una gran variedad de oportunidades para explorar y desarrollarme dentro de la carrera.

Gracias Fran, Seba y Carlos, mis 3 amigos con quienes compartí esta carrera de arquitectura y siempre estuvieron para apoyarme y ayudarme en todo lo que he necesitado dentro como fuera de la universidad.

Mis amigos de media, Felipe y Eru, con ustedes he compartido la mayor parte de mi vida y siguen presente dentro de esta, aunque ya no compartamos tanto tiempo como lo era años atrás, el tiempo ha fortalecido nuestra amistad. Muchas gracias por su amistad y por acompañarme en las buenas y en las malas.

Y, por último, a mi familia, quienes me han guiado, apoyado y velado por mi bien durante toda mi vida para llegar a donde estoy hoy mismo, especialmente a mi hermano, quien me ha apoyado en todos los aspectos posibles, y que, de no ser por él, este trabajo no sería lo que llegó a ser.

Resumen

El presente trabajo se enmarca en la modalidad de título experiencial y se enfoca en la percepción y estimación espacial en el diseño arquitectónico, utilizando simulaciones en realidad virtual para explorar cómo diversos factores de diseño influyen en la interpretación del espacio. Este análisis se realiza a través de un estudio comparativo de diferentes factores, teniendo en cuenta tanto el espacio como las decisiones de diseño, demostrando que, según estos elementos, las personas pueden llegar a subestimar o sobreestimar ciertas dimensiones. La investigación se valida al contrastar estos resultados con un caso real, con el fin de establecer la utilidad y veracidad de las conclusiones obtenidas.

Se concluye que los factores de diseño influyen de diversas maneras, y que su impacto depende también de las características individuales de las personas. Esto lleva a una nueva forma de comprender tanto el espacio diseñado como al usuario, abriendo oportunidades para crear experiencias de mayor calidad, o como respuesta a la constante reducción en el tamaño de las viviendas.

Abstract

This work is framed within the experiential thesis modality and focuses on spatial perception and estimation in architectural design, using virtual reality simulations to explore how various design factors influence space interpretation. This analysis is conducted through a comparative study of different factors, considering both the space and design decisions, demonstrating that, depending on these elements, people may underestimate or overestimate certain dimensions. The research is validated by comparing these results with a real case, aiming to establish the utility and accuracy of the conclusions drawn.

It is concluded that design factors influence in various ways, and their impact also depends on the individual characteristics of the people involved. This leads to a new way of understanding both the designed space and the user, opening up opportunities to create higher-quality experiences or respond to the constant reduction in the size of dwellings.

Índice

Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Resumen	5
Abstract	6
Índice	7
Introducción	10
Definición del Problema	10
Contexto	10
Speculative Future	12
Neuro Arquitectura	14
Investigaciones y Complicaciones Existentes	17
Caso 1: Wall patterns influence the perception of interior space	19
Caso 2: Which Attribute of Ceiling Color Influences Perceived Room Height?	22
Caso 3: Bright paint makes interior-space surfaces appear farther away	25
Objetivos	27
Objetivo General	27
Objetivos Específicos	27
Marco Teórico	28
Diseño Arquitectónico	28
Percepción Espacial	28

Evidence Based Design	29
Estadística Descriptiva y el Método Comparativo	30
Realidad Virtual como herramienta de investigación	31
Head-Mounted Display	33
Inmersión e interactividad	34
Oculus Quest 2.....	37
Metodología	39
Levantamiento de información.....	40
Procedimiento de experiencias	41
Diseño General de Experiencias	42
Primera Parte	44
Diseño de la experiencia	46
Resultados	52
Discusión	63
Segunda Parte.....	65
Primera Etapa	66
Diseño de la experiencia	68
Resultados	73
Segunda Etapa	78
Resultados	79
Discusión	82
Tercera Parte	84
Diseño de la experiencia	84

Resultados.....	88
Discusión	94
Cuarta Parte	96
Resultados.....	103
Discusión	107
Conclusiones	109
Propuestas Futuras	113
Ampliación de los factores experimentales	114
Enfoque a los resultados obtenidos por los participantes dentro del área de la Arquitectura	114
Diversificación de la muestra poblacional	115
Profundización en los aspectos de la percepción humana	115
Impacto dentro del diseño Arquitectónico.....	116
Impacto dentro de la Arquitectura	117
Referencias Bibliográficas	119
Anexos	125
Glosario de Imágenes	133
Glosario de Tablas	136

Introducción

Definición del Problema

Contexto

En el ámbito del diseño arquitectónico, la gestión y uso del espacio siempre ha sido un factor de gran relevancia. A lo largo de los años, este ha debido adaptarse a diversas exigencias y problemáticas, siendo una de estas, la reducción constante de los espacios habitables. Este problema no radica únicamente en la escasez de suelo disponible como se suele comentar debido a la expansión territorial, ya que esta es una problemática que recabe especialmente en áreas urbanas. Esta disminución del tamaño de las viviendas responde principalmente a factores económicos, como el aumento de los precios de los terrenos y la demanda de viviendas asequibles (Vargas, 2024), lo que ha impulsado la necesidad de soluciones de diseño que maximicen la funcionalidad y habitabilidad en espacios limitados. Así, el desafío no es únicamente gestionar un espacio escaso, sino adaptar el diseño para optimizar el confort y la funcionalidad en viviendas de menor tamaño.

Este fenómeno se ha reflejado en distintas adaptaciones del diseño de viviendas, destacando el concepto abierto. Popularizado en los años 70 en Nueva York debido al alza de precios de las viviendas, este enfoque permite integrar funciones en áreas reducidas

mediante la unificación de sala de estar, comedor y cocina, logrando así una mayor sensación de amplitud y visibilidad (Elliott, L. 2002). Otra estrategia es el uso de mobiliario dinámico, que permita tener una mayor flexibilidad en el uso y desuso de este para poder tener mayor libertad en términos de espacio (Ali, 2018). Mientras que un concepto más reciente es el de los "Espacios Flex", que ofrecen la posibilidad de ser utilizados para múltiples funciones, adaptándose a los requerimientos cambiantes de los habitantes (Canepa, 2017).

Siguiendo la misma idea, también ha existido un enfoque psicológico a esta problemática de encontrar formas de trabajar la habitabilidad en los espacios pequeños, de esta manera, se plantea que mediante ciertos factores de diseño, como lo puede ser la elección de colores, iluminación o diseño de patrones, se puede interpretar el espacio como más amplia, alta, estrecha, entre otros, alterando la forma de interpretarlo (Souza, 2023). El enfoque psicológico en esta área de la investigación presenta diversas problemáticas. Por un lado, algunas propuestas carecen de respaldo científico, mientras que otras se centran en estudiar las cualidades espaciales y su relación con las emociones humanas, dejando de lado resultados cuantificables sobre cómo estas influyen en la percepción (Higuera-Trujillo et al., 2021). Este fenómeno puede atribuirse al creciente interés en la salud mental durante los últimos años, un avance positivo, pero que ha desplazado la atención hacia otras aplicaciones de la neurociencia en la arquitectura.

Speculative Future

El futuro especulativo, concepto desarrollado por Dunne y Raby en su libro *Speculative Everything* (Dunne, 2013), plantea un enfoque innovador: en lugar de hacer predicciones con la intención de acertar sobre el futuro, utiliza estas suposiciones como herramientas de aprendizaje. Estas exploraciones permiten aprovechar los conocimientos adquiridos en el proceso para mejorar el presente, utilizando los futuros hipotéticos como casos de estudio.

En este contexto, y considerando la tendencia actual hacia viviendas cada vez más reducidas, se puede prever un futuro donde la problemática del uso eficiente del espacio sea aún más apremiante. Esta situación podría llevar a la exploración de tecnologías como la virtualidad aumentada, que combina elementos de la realidad y la virtualidad para extender las posibilidades del entorno físico, un claro ejemplo fue el trabajo realizado por Lindlbauer y Wilson (Lindlbauer & Wilson, 2018), el cual mediante con esta tecnología, otorga una variedad de opciones de alteración del espacio, como eliminar elementos, cambiar texturas e incluso, permitir ver el espacio desde otro punto de vista sin la necesidad de moverse de lugar. Sin embargo, aunque sea una tecnología que existe actualmente, enfrenta limitaciones significativas como para poder volverse un sistema accesible y de uso global. Estas tecnologías podrían cambiar el diseño al permitir simulaciones interactivas y personalizables, de esta forma, incorporaría un nuevo nivel de diseño al que los diseñadores y arquitectos deban de enfrentarse.

A pesar de ello, es esperable que se busque abarcar soluciones y formas de afrontar esta necesidad de múltiples aspectos como lo llegaría a ser mediante un aspecto psicológico a este. El diseño puede convertirse en una herramienta clave para abordar la percepción espacial, ampliando virtualmente el espacio disponible y adaptándolo a nuestras necesidades. Sin embargo, el entendimiento de cómo el diseño afecta nuestra percepción del espacio sigue siendo una cuestión abierta. La literatura e investigación existentes en este campo son escasas e incompletas, dejando un vacío crítico en la comprensión del impacto de nuestras decisiones de diseño.

Como arquitectos del presente, esto nos lleva a cuestionarnos: ¿realmente comprendemos cómo nuestras elecciones de diseño afectan la percepción del espacio? ¿Podemos asegurar que los usuarios perciben los espacios tal como los concebimos? Sin una base sólida de conocimiento, estas preguntas carecen de respuestas definitivas. Más allá de ampliar virtualmente el espacio, este enfoque también puede enriquecer la experiencia del usuario y ofrecer un entendimiento más profundo tanto del espacio que diseñamos como de las personas que lo habitan.

Neuro Arquitectura

La Neuro Arquitectura, tal como indica su nombre, es la vinculación de la investigación de la neurociencia dentro del área de la arquitectura, estudiando el cómo los individuos perciben un entorno y como lo interpretan en todas sus dimensiones sensoriales.

“La Neuro Arquitectura amplía el campo de investigación sobre la relación entre los entornos construidos y sus usuarios, mejorando la comprensión de los diversos mensajes que el entorno transmite, incluidos aquellos en niveles menos conscientes de percepción.” (de Paiva, 2018)

Este nuevo enfoque en la arquitectura ha tenido alto revuelo en las últimas décadas volviéndose un tema recurrente para múltiples investigaciones, como lo ha sido la realizada por Maleki junto a Bayzidi, los cuales analizan esta nueva tendencia llamada Neuro arquitectura y sus métodos de aplicación (Maleki & Bayzidi, 2017), de las cuales define 4 áreas de uso, señaladas en la ilustración 1.

Figure 13: Areas of use neuroarchitecture.

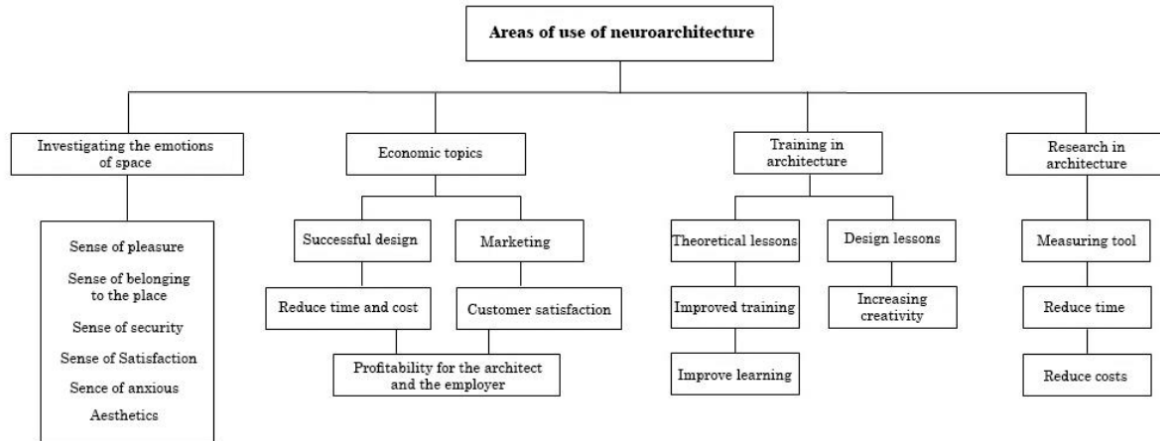


Ilustración 1 Áreas del uso de la Neuro arquitectura, (Maleki & Bayzidi, 2017)

Realizando una revisión actual a la literatura existente (Higuera-Trujillo et al., 2021), una gran parte de las investigaciones que toman el enfoque de la neuro arquitectura se centran en el área de las emociones en el espacio, siendo por ejemplo el cómo diferentes alturas del cielo puede generar distintas sensaciones (Meyers-Levy & Zhu, 2007), la otra parte se centra a la estética de del espacio y sus cualidades espaciales (Savavibool & Moorapun, 2017). Aunque este tipo de investigaciones no sean un problema e igualmente sigue siendo un aporte al campo de la arquitectura, tanto Higuera-Trujillo como otros profesionales del área (Wang et al., 2022), indican que esa fijación respecto a la estética de la arquitectura y la respuesta cognitiva emocional del usuario ha cerrado el campo a

otros aspectos a evaluar, como la ergonomía o la funcionalidad del espacio, resultando la siguiente cita a la definición y finalidad de la neuro arquitectura como la más popular.

“El objetivo principal de la Neuro Arquitectura es estudiar el impacto del espacio construido en el sistema nervioso humano, eso sería la manifestación de la percepción humana y un indicador del bien estar psicológico”(Azzazy et al., 2021)

Otros autores han tenido apreciaciones similares a lo que respecta a la neuro arquitectura, como lo sería la poca rigidez cuantitativa de la investigación, cual respalda el cómo esta ha tenido connotación con base a una “Ciencia Social”, resultando en que este campo de la arquitectura se termine viendo suavizada y no llega a considerarse como un factor elemental para las investigaciones (Taylor-Hochberg, s. f.).

Investigaciones y Complicaciones Existentes

No es justo responsabilizar a los investigadores y arquitectos por la falta de interés en este campo de investigación, en primera instancia, por lo general las investigaciones toman como punto de partida las tendencias actuales, para así responder a las necesidades actuales, segundo, este tipo de investigaciones presenta grandes complicaciones en su desarrollo, siendo únicamente la puesta a prueba como método de obtención de resultados empíricos, siendo necesario el tener los escenarios y los casos a evaluar en una instancia real, esto requiriendo un gasto económico para el espacio y sus variaciones considerando que la forma correcta para evaluar el impacto de los factores en el diseño es mediante un método comparativo.

“La segunda limitación acorde a Higuera-Trujillo et al.(2021) es la baja validez ecológica establecida por métodos de imágenes cerebrales las cuales vienen con restricciones significativas a la movilidad del participante. La recolección de datos en participantes estacionarios experimentando imágenes 2D de diseño arquitectónico cuenta con una baja validez dentro de la investigación de la neuro arquitectura (Higuera-Trujillo et al., 2021). El diseño experimenta y las técnicas que permiten a los participantes explorar libremente el entorno construido provee una explicación ecológica de los

fenómenos psicológicos y del comportamiento que subyacen a la interacción entre el humano y la arquitectura” (Wang et al., 2022)

Aunque esta área de investigación ha recibido menos atención por parte de la sociedad, no podemos desmeritar el trabajo existente, dentro de esta, quien más ha desarrollado este aspecto del diseño son Christoph von Castell, Heiko Hecht y Daniel Oberferld, 3 psicólogos de la universidad JGU en Alemania, que juntos han hecho una notable cantidad de artículos enfocados a lo que se plantea como problema inicial, respecto a que decisiones de diseño y en qué nivel llegan a afectar la percepción espacial de los usuarios de manera cuantitativa. Claramente, estas investigaciones no cumplen completamente con las condiciones ideales, ya que tal como se menciona en la cita anterior, todos estos casos han no cuentan con la libertad del usuario de poder desplazarse dentro de las simulaciones, encareciendo la interacción entre el individuo y la arquitectura, siendo una problemática de la cual los mismos autores son conscientes, pero de misma forma, sigue siendo una buena aproximación al área.

“Usamos simulaciones estáticas con una posición del observador virtual fija, por supuesto esto no proporciona toda la extensión de señales de profundidades disponibles al explorar escenas del mundo real” (Von Castell et al., 2018)

Caso 1: Wall patterns influence the perception of interior space

“Wall patterns influence the perception of interior space” (von Castell et al., 2020) pone a prueba las sugerencias de varios expertos en diseño de interiores quienes indican que el uso de patrones de rayas en las paredes hace que las habitaciones parezcan más alargadas en dirección paralela a la orientación de las rayas, mientras que en dirección perpendicular resulta con el efecto contrario.

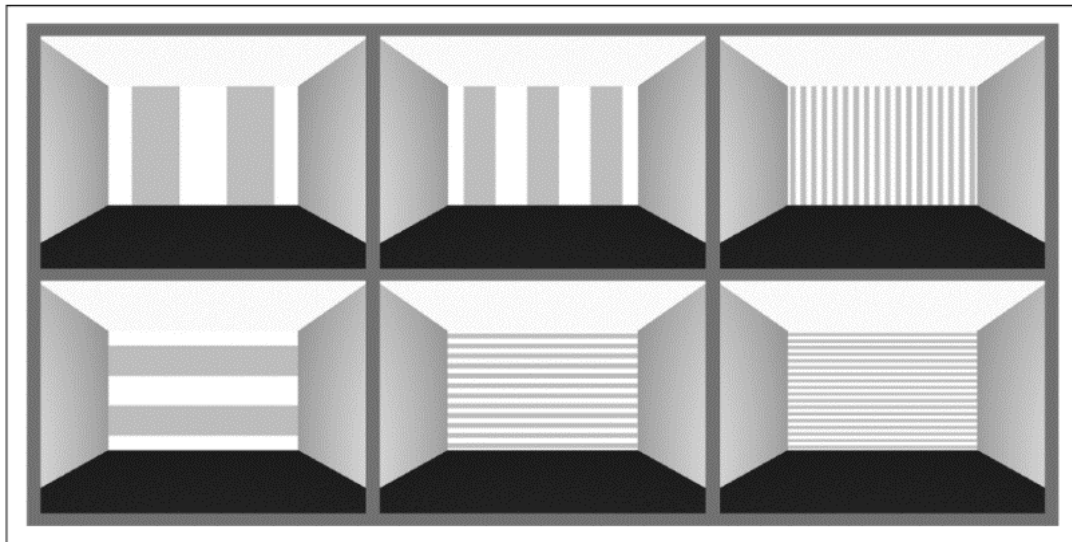


Ilustración 2 Representación de los casos utilizados en la experiencia 3 de la investigación (von Castell et al., 2020)

La investigación constó de una serie de experimentos en la que se utilizó una habitación simulada estereoscópicamente con una pantalla de retroproyección, en la que los participantes debieron estimar tanto el alto y ancho del muro proyectado mediante la múltiple combinatoria entre diferentes anchos, alto y densidad del patrón proyectado.

la investigación contó con una totalidad de 4 experimentos.

- Patrones verticales de baja densidad
- Patrones verticales de alta densidad
- Variaciones independientes de la densidad del patrón y la orientación del patrón
- Variación del contraste del patrón y contexto espacial

En conclusiones generales, los patrones de rayas con densidades más altas hacían que las habitaciones parecieran más anchas y altas que los patrones de rayas con densidades más bajas o paredes lisas, resultando en que cuenta con más relevancia la densidad que la orientación cuando se pretende maximizar la amplitud de un espacio. Los datos llegan a reflejar que los casos con menor densidad de rayas en comparación a un caso sin patrón, cuenta con un promedio de diferencia desde -2% hasta un -13%, mientras que en los con mayor densidad fluctúan desde los +1% hasta un +8% (al menos de los datos registrados).

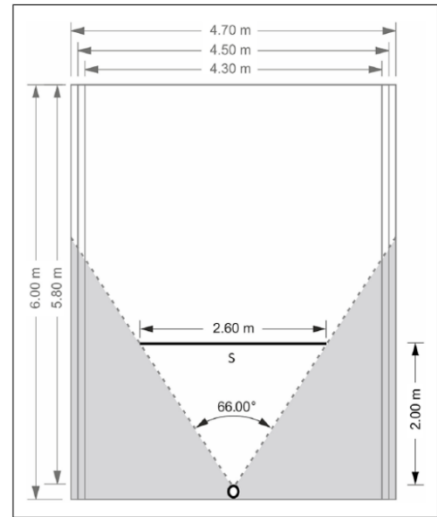


Ilustración 3 Representación desde la planta de la habitación simulada y sus diferentes dimensiones (von Castell et al., 2020)

Caso 2: Which Attribute of Ceiling Color Influences Perceived Room Height?

“No conocemos ningún estudio empírico que pruebe los efectos del color cromático de la superficie (ya sea del techo, las paredes o el piso) en la distribución percibida (es decir, el ancho, la profundidad o la altura percibidos) de los espacios interiores.” (Von Castell et al., 2018)

Con un enfoque similar al artículo anterior, en este se plantea evaluar la teoría del como el color utilizado para el cielo tiene el poder de alterar la percepción sobre esta, tomándose en consideración los tres atributos del color: el tono, saturación y brillo.

En esta investigación se utiliza un sistema de realidad virtual mediante visor. para generar una simulación estereoscópica de la habitación. Todos los participantes fueron situados a la misma altura tal como indica la ilustración 4.

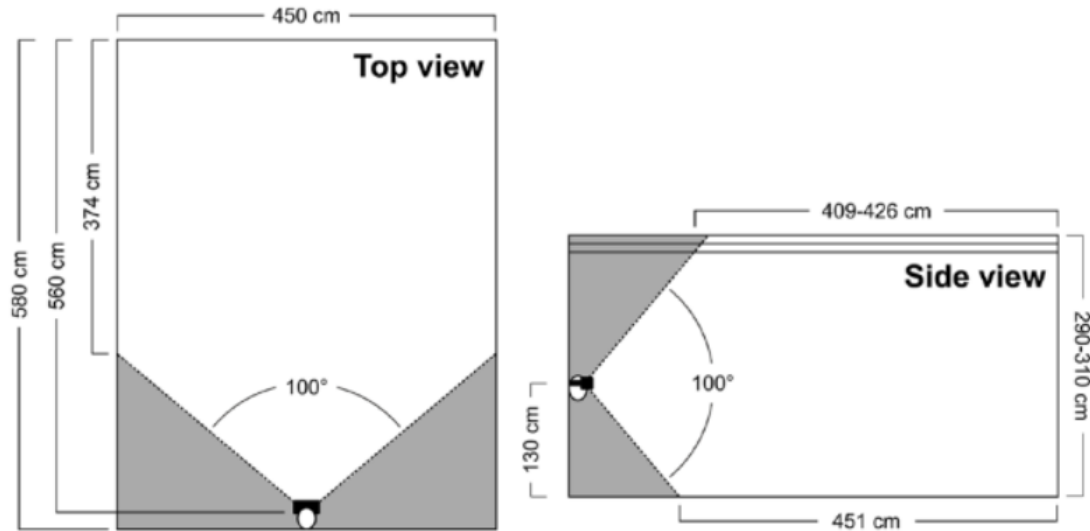


Ilustración 4 Vista lateral y superior de la posición del observador en los entornos controlados (Von Castell et al., 2018)

Dentro de la metodología consto en usar una totalidad de 14 colores de cielo, conformado por los colores rojo, verde y azul y su combinatoria con el brillo y saturación en alto y bajo nivel. Agregados a estos, se incorporan 2 casos más de cielo con el color gris con bajo y alto brillo (para mayor referencia, mirar ilustración 4). Estos colores se utilizaron en misma medida para tres tipos de altura (2.90, 3.00, 3.10 metros), con esto, los observadores tuvieron que estimar la altura para cada recinto.

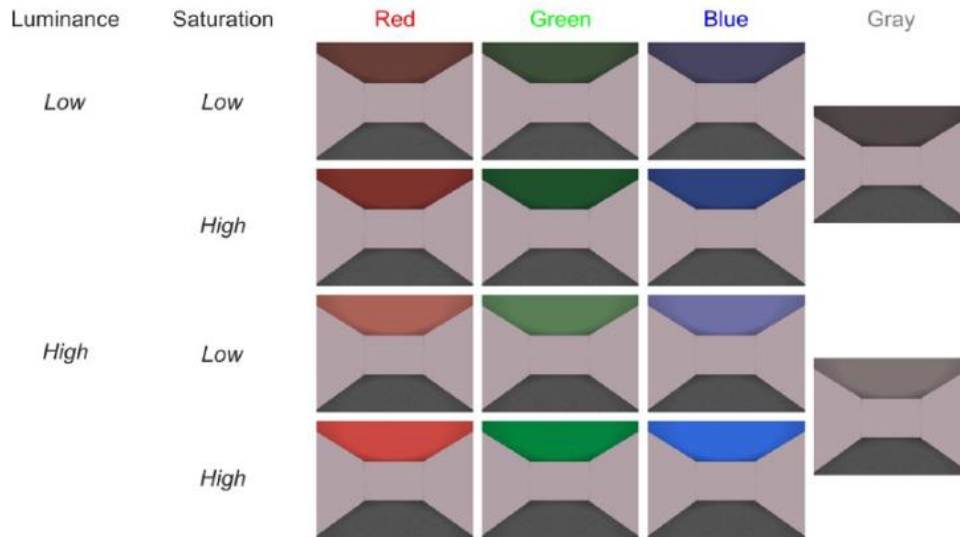


Ilustración 5 Colores utilizados en las simulaciones (Von Castell et al., 2018)

Como conclusión de la investigación, tanto la saturación como el tono del color presentan un impacto mínimo en lo que respecta a la estimación de la altura, por otra parte, se presenta una relación directa que mientras mayor sea el brillo del color del cielo (tanto para los cielos cromáticos y no cromáticos) la altura estimada incrementa. En los resultados, comparando entre los casos que cuentan un brillo a bajo y alto nivel, se llega a presentar una diferencia de estimación de hasta 10 centímetros.

(Von Castell et al., 2018)

Caso 3: Bright paint makes interior-space surfaces appear farther away

“Bright paint makes interior-space surfaces appear farther away” (Von Castell et al., 2018a), esta investigación es posterior a la anteriormente mencionada, ya que toma los resultados sobre el cómo el brillo logra afectar la percepción de la altura, para así generar la hipótesis que este atributo también debería de llegar a influenciar de cierta manera el ancho y la profundidad de una habitación.

En este caso se utilizó el mismo sistema de simulación estereoscópica mediante HMD con la única variación entre las dimensiones en este caso aplican para la profundidad y el ancho.

Dentro de los casos utilizados para la experiencia, constó con 8 tipos de diseño de habitación combinando el uso de dos niveles de brillo para los muros, considerando el muro posterior, el cielo y muros laterales, para casos de habitaciones con 3 variaciones tanto para la profundidad y el ancho como se muestra en la ilustración 6.

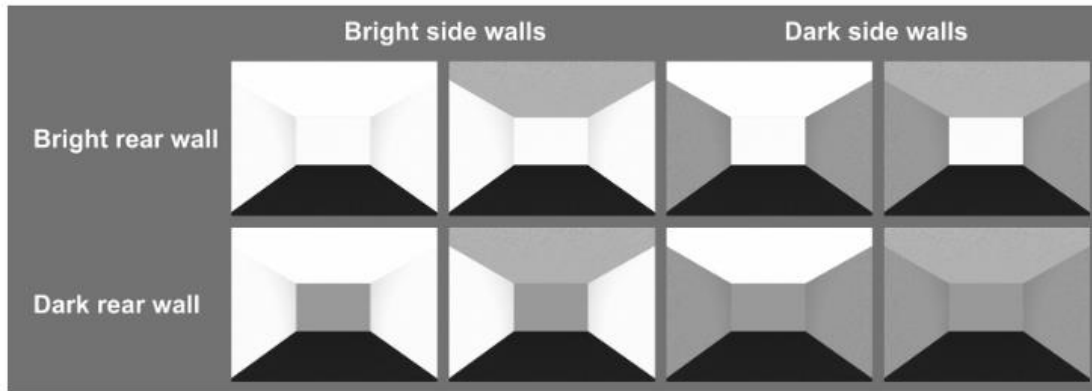


Ilustración 6 Las 8 combinaciones de brillo en superficies usadas para la investigación (Von Castell et al., 2018a)

Con los resultados de la investigación, se concluyó que la estimación espacial esta significativamente influenciada por el brillo de las superficies delimitadoras (Por ejemplo, las paredes laterales para el ancho de la habitación), llegando a verse una variación de hasta 15 centímetros entre casos de baja y alto brillo.

Objetivos

Objetivo General

Distinguir y evaluar cómo y cuales factores de diseño pueden alterar la estimación espacial de las personas a través de un enfoque cuantitativo mediante la realización de simulaciones espaciales y el contraste entre resultados.

Objetivos Específicos

- Evaluar un aspecto subjetivo del espacio y ver como se ve alterada la percepción de esta mediante la alteración de factores
- Diseñar un método de estudio cuantitativo para evaluar la capacidad de identificar variaciones espaciales en usuarios.
- Evaluar qué condiciones espaciales y en qué medida alteran la capacidad estimativa de las personas.
- Entender el nivel de las capacidades perceptivas de las personas en un aspecto espacial.
- Evaluar si los resultados de casos existentes realizados con simulaciones estáticas son consistentes a los casos con un mayor nivel de interactividad
- Evaluar la herramienta de realidad virtual y sus resultados como medio de simulación de la realidad mediante la comparativa con un caso real.

Marco Teórico

Diseño Arquitectónico

Según Gutiérrez (Gutiérrez, 2018), define el diseño arquitectónico como “La ciencia del diseño del espacio habitable”, enfatizando así la importancia de crear espacios que no solo sean funcionales y estéticamente agradables, sino que respondan a las necesidades humanas. Esto abarca una amplia gama de aspectos en relación de la arquitectura y el habitar humano, desde el urbanismo, considerado a macro escala, hasta la microescala del diseño de interiores, extendiéndose a campos más recientes, como el diseño basado en la percepción, aplicado a la neuro arquitectura, y el habitar en entornos virtuales mediante las herramientas de realidad virtual.

Percepción Espacial

La capacidad que tienen los individuos de entender la relación entre el espacio como tal y su propia existencia, esto desarrollado a través de dos mecanismos: el primero siendo la exterocepción relacionado a los 5 sentidos fundamentales (Dentro del cuerpo humano:

Visión, Audición, Tacto, Gusto y Olfato) (Heilig, 1992), siendo la vista el sentido predominante para los humanos. Y el segundo, la propiocepción, basada en la capacidad del cerebro de sentir la posición propia del cuerpo y sus movimientos en el espacio, funcionando principalmente con las señales nerviosas entregadas por la visión y el oído interno, siendo esta esencial para el equilibrio, la postura y la coordinación de movimientos. Estas mismas pueden llegar a verse alterado mediante estímulos, siendo uno de los experimentos más populares respecto a esto, el experimento de la mano de goma, en la que se combinan señales táctiles y visuales para hacer creer al individuo que una mano falsa sea su verdadera.

Evidence Based Design

“Diseño en base a evidencia es el proceso de basar decisiones sobre el entorno construido en investigaciones creíbles para lograr los mejores resultados posible” (Defining Evidence-Based Design - HCD Magazine, s. f.)

Diseño en base a evidencia (EBD en su sigla en inglés) parte del movimiento de las prácticas en base de evidencia, toma como sustento la prueba científica, en la que se espera que sea de índole empírica y obtenida mediante el método científico, por lo

general, está basado en resultados de análisis estadísticos y la solidez de los controles científicos. De esta forma, dentro del campo de la arquitectura, nos permite mejorar la relación entre las personas y el entorno mediante los hallazgos sobre como procesamos y entendemos el espacio, promoviendo la responsabilidad en el diseño y su impacto de la interpretación de esta, para así mejorar la experiencia sensorial y emocional de los espacio diseñados (McIntosh & Jadavji, 2017).

Estadística Descriptiva y el Método Comparativo

“La Estadística descriptiva, está constituida por el conjunto de instrumentos y temas relacionados con la descripción de colecciones de observaciones estadísticas, ya se refieran al total de la población o a una muestra de la misma una de las principales funciones de la estadística descriptiva es obtener un conocimiento cuantitativo de los fenómenos de la realidad y poder extraer conclusiones de su comparación.” (Cervera, 1998)

El método comparativo plantea que es más practico evaluar una única variable en múltiples realidades, de esta forma, se realiza una contrastación de los elementos principales, descubriendo semejanzas y diferencias, volviendo este método en una forma de experimentación.

Para la realización de esta metodología según Cervera, se debe considerar 4 aspectos principales:

- Organización de datos.
- Establecimientos de datos representativos.
- Determinación de las principales características.
- Representación comparativa, numérica y gráfica.

Realidad Virtual como herramienta de investigación

La Realidad Virtual (VR) es una tecnología que permite a los usuarios experimentar entornos virtuales, esto mediante la utilización de una variedad de estímulos para poder generar la sensación de inmersión y permitir que el usuario se pueda ver envuelto en el entorno virtual presentado. Esta ha sido un campo que se remonta a 1962 con la invención del Sensorama, una maquina recreativa de simulación que estimulaba al usuario mediante ventiladores, movimientos, aromas, ruido y una pantalla amplia, recreando un viaje en motocicleta por la ciudad de Brooklyn. En la actualidad, la realidad virtual es principalmente empleada mediante sistemas de dispositivos de pantallas montadas en la cabeza (HMD) y el uso de controladores, en los cuales los movimientos ejecutados con estos dispositivos se puedan ver reflejados de manera directa en el entorno virtual a tiempo real.

Actualmente, esta tecnología cuenta con diversas áreas de aplicación, como simulaciones de pilotaje y entrenamiento en maquinaria, así como en videojuegos, y sigue siendo un área de investigación para nuevos usos y aplicaciones científicas.

En el ámbito de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC), la realidad virtual presenta desafíos específicos debido a su relación estrecha con el manejo y uso del espacio, en respuesta a ello, se ha realizado una variedad de estudios que analizan el uso de esta herramienta para evaluar su efectividad y la aceptación de estas dentro del campo. Dentro de este último, una investigación realizada por Mojtaba Noghabaei (et al., 2020), evaluó la apreciación de estas tecnologías entre 2017 y 2018, en los resultados, hay una creciente aceptación y con altas expectativas positivas para el futuro de la realidad virtual dentro del campo. Por otro lado, múltiples estudios han concluido que existen diferencias sutiles pero significativas entre entornos reales y virtuales, concluyendo en que las principales problemáticas de la utilización de estas herramientas recaen tanto en la problemática del bajo nivel de propiocepción proporcionado por los sistemas empleados y el escaso nivel de la atmósfera proporcionada (Campos et al., 2020; Kuliga et al., 2015).

Head-Mounted Display

“Pantalla montada en la cabeza (HMD) son las unidades de visualización de imágenes que se montan en la cabeza, consta de un casco y pantallas LCD en un par de gafas, las cuales amplían el campo de visión de las pantallas mediante el sistema óptico produciendo una pantalla imaginaria que parece estar posicionada metros más lejos del observador” (Shibata, 2002)

La principal finalidad de este sistema, tal como lo es la realidad virtual, es poder generar simulaciones de eventos que en la realidad sería difícil de recrear. Tomando el origen de este como herramienta de simulación para la aviación, y en la actualidad utilizado en varias aplicaciones, incluyendo la milicia como antes mencionado, policías, fuerzas de bomberos, mientras que, en un lado más civil y comercial, se ha usado en medicina, deporte, videojuegos, entre otros.

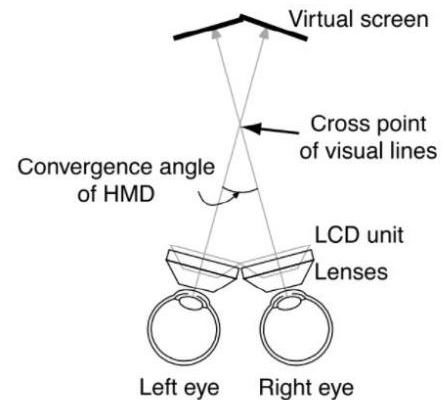


Ilustración 7 Relación entre las pantallas virtuales, el punto de cruce de las líneas de visión y el Ángulo de convergencia del HMD (Shibata, 2002)

Inmersión e interactividad

Según la literatura de Niels Christian, basada en una revisión a distintas teorías de la presencia (Nilsson et al., 2016), define una taxonomía para entender y relacionar las distintas definiciones para la inmersión en un único concepto. En esta, comenta que la inmersión está estrechamente vinculada a una experiencia en la que el individuo se ve presente, siendo esta no exclusiva para entornos virtuales, sino viéndose presente también dentro de videojuegos, literatura, cine, artes, entre otras.

Para esta taxonomía se definen 3 ejes ortogonales reflejados en la ilustración 8:

- Inmersión en base a tecnología

Toma como sustento el uso de la tecnología como medio de inmersión, actualmente predominado por los entornos y la realidad virtuales, siendo la cúspide exclusiva de este tipo de inmersión, uno en el que el usuario se pueda ver completamente involucrado con el mediante todos los medios sensoriales.

- Inmersión en respuesta a la Narrativa

Compuesta por 3 subcategorías de inmersión dentro de esta categoría, la inmersión temporal, espacial y emocional, basadas en la interpretación del usuario dentro de la experiencia diegética. Para este caso, principalmente representados en la literatura

- Inmersión en base a Desafío

Basada en la inmersión lúdica, centrada en el poder del usuario para controlar y resolver problemáticas, potenciada por la satisfacción de la recompensa de los resultados. Esta se ve reflejada principalmente en videojuegos y puzzles.

Niels Christian plantea que al menos la inmersión utilizada en la actualidad puede reflejarse dentro de esta escala. Dando a ejemplo junto a la ilustración 8, que en la máxima representación de la mezcla entre la inmersión en base a desafíos y la narrativa sin el uso de tecnologías (1,0,1), puede considerarse los juegos de rol como es Calabozos y Dragones. Mientras que en la que se presenten estos 3 ejes en su máximo nivel, correspondería a los videojuegos de realidad virtual cuales presenten un desafío al usuario junto a una buena narrativa.

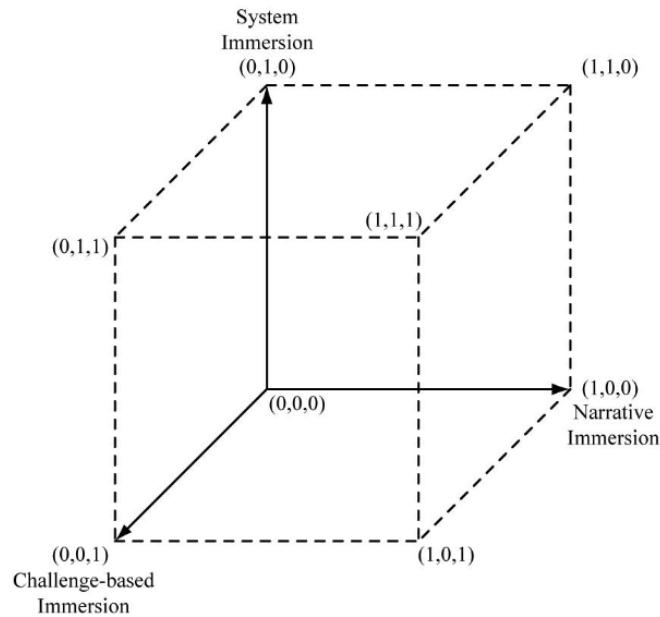


Ilustración 8 Ilustración de la taxonomía propuesta de las conceptualizaciones existentes de inmersión. (Nilsson et al., 2016)

“La importancia relativa de la inmersión y la interactividad en un sistema RV depende de la función del sistema. En las aplicaciones prácticas, la inmersión es un medio de garantizar la autenticidad del entorno y el valor educativo de las acciones que lleve a cabo el usuario ... Los usuarios toman conciencia de la presencia de interactividad porque pueden actuar en el mundo virtual y porque dicho mundo reacciona a sus actuaciones” (Ryan, 2001)

Complementando la idea de Nilsson, Tardón hace distinción en que para poder ejecutar de manera precisa el efecto de inmersión, es que logre dejar de percibir el entorno real y así poder centrar toda su atención en el mundo simulado en el que se encuentra presente, considerando así tanto ventajas como inconvenientes del mundo presentado, mediante la variedad de estímulos disponibles presentados por el medio (González Tardón, 2010).

Oculus Quest 2

Una de las tecnologías de Realidad Virtual más populares de la actualidad es el Oculus Quest 2, esto debido a ser una de las mejores opciones basadas en calidad/precio (Coke & Abraham, 2024) y que junto a su sistema basado en Android, reconocimientos de manos, y el inside out tracking, le permite trabajar de forma independiente sin necesidad de componentes externos, permitiéndole así convertirlo en uno de los favoritos del público general.

“Basado en los resultados, hemos concluido que el Oculus Quest 2 es adecuado para una amplia gama de investigaciones e industria, particularmente considerando sus menores costos de adquisición, mayor movilidad y configuración sencilla” (Holzwarth et al., 2021)

Con esto, y principalmente por las comodidades con las que cuenta, lo convierte la opción idónea para esta investigación, principalmente por el factor de movilidad, permitiéndole una mayor recopilación de información.

Metodología

Para responder los objetivos de esta investigación, se empleará el método comparativo como principal herramienta de análisis, con el fin de descubrir que factor y en qué medida puede afectar la percepción de un espacio. Dado que controlar las variaciones y condiciones en un entorno físico sería complejo, se propone utilizar el sistema Oculus Quest 2 junto al software Unity 5 para diseñar las simulaciones en realidad virtual, aprovechando así las facilidades que cuenta este último para el diseño este medio.

Con el objetivo de generar un mayor nivel de inmersión, se diseñó que los usuarios puedan tener cierto nivel de interactividad con el entorno, siendo los controladores del Oculus Quest 2 el principal medio para interactuar con el entorno. De misma forma, el poder verse a uno mismo dentro de la simulación con el fin de incrementar la propiocepción dentro del entorno virtual.

Como primera parte y según lo mencionado anteriormente, se propone poner a prueba un aspecto subjetivo para analizarlo de manera objetiva, así llegar a exponer las complejidades para establecer una definición precisa del concepto, así como las diversas interpretaciones que pueden surgir.

Para esto, se desarrollará una experiencia, en la que los usuarios puedan definir según su propia percepción en qué condiciones de un espacio dado lo llegan a considerar

“estrecho”, probándose esto en una variedad de 4 casos diferentes, para así poder ver el que tan variadas son los resultados para un mismo concepto.

Como segunda parte, se planea poner a prueba el cómo varían los resultados de estimación de las personas mediante espacios simulados, esto contemplado en dos etapas, la primera en la obtención de resultados de la estimación de espacios neutros.

Como tercera etapa, se plantea evaluar una serie de factores tomando los casos neutros anteriormente evaluados para poder utilizarlos como punto comparativo, y ver así el cómo estos factores alteran en la capacidad estimativa de las personas.

Por último, se plantea el poner a prueba estos resultados mediante una comparativa de un caso real y virtual. Esto con el fin de ver si este método utilizado genera diferencias mediante la indumentaria de realidad virtual como herramienta de simulación.

Levantamiento de información

Para la recolección de dato, la información y los resultados entregados por los participantes se realizará de forma externa a la experiencia, esto debido a las complicaciones existente respecto a la entrega de información dentro del medio de realidad virtual, exceptuando ciertos datos los datos que son extraídos directamente de las simulaciones del programa usado.

Para los casos de las experiencias, los participantes no tienen noción ni conocimiento de como son los casos, además en las experiencias donde los participantes completan múltiples casos, estos se presentan de manera aleatoria y sin repetición entre los participantes, esto asegura que, si un grupo de personas participa, sus experiencias no coincidan con las de los demás, evitando así influencias externas que puedan alterar sus respuestas.

De misma forma, a ninguno de los participantes se le fue entregada las dimensiones reales de cada caso tras la realización de las experiencias.

Procedimiento de experiencias

En esta, se indica los procedimientos generales para las experiencias.

- Indicar en que consiste la experiencia.
- Explicar el funcionamiento de la experiencia.
- Explicar el funcionamiento de los controles.
- Dar entrega del visor para el ajuste al usuario y esperar confirmación del funcionamiento del visor.
- Ajustar las dimensiones del avatar de la experiencia al participante.
- Dar visibilidad de las limitantes del espacio de la experiencia (Límites del espacio físico real).

- Recolectar la información del participante.
- Iniciar la experiencia, en esta, en ninguno de los casos hubo límite de tiempo.
- Al finalizar el caso, dar la señal de regresar al menú inicial.
- Si es que se contempla realizar más de un caso, repetir con un caso distinto.
- Al terminar los casos correspondientes, retirar el visor y completar con preguntas finales si es debido.
- Agradecer al participante y ajustar para el siguiente participante.

Diseño General de Experiencias

Como se comentó, las experiencias son diseñados en el motor multiplataforma Unity 5, cual permite desarrollo en realidad virtual con soporte especial para Oculus Quest 2.

Para la interacción con el entorno virtual, se implementó el Plug-in Auto Hand, presentando un buen nivel en respuesta en relación con la interacción con los elementos, de misma forma, fue necesaria el realizar ajustes a la configuración de esta para mejorar la compatibilidad con el visor de realidad virtual.

La composición de las experiencias cuenta con dos instancias esenciales, la primera, un menú en negro, en donde se prepara el participante y tiene su primera interacción con su avatar virtual.

Relacionado al nivel de inmersión según Nilsson (Nilsson et al., 2016), se plante trabajar con los aspectos relacionados a la tecnología, este mediante la implementación de las tecnologías de realidad virtual antes comentadas y el aspecto de inmersión en base a desafío, esto debido a que los participantes cuentan con un objetivo claro al cual llegar, siendo este un resultado numérico o espacial dependiendo de la experiencia realizada.

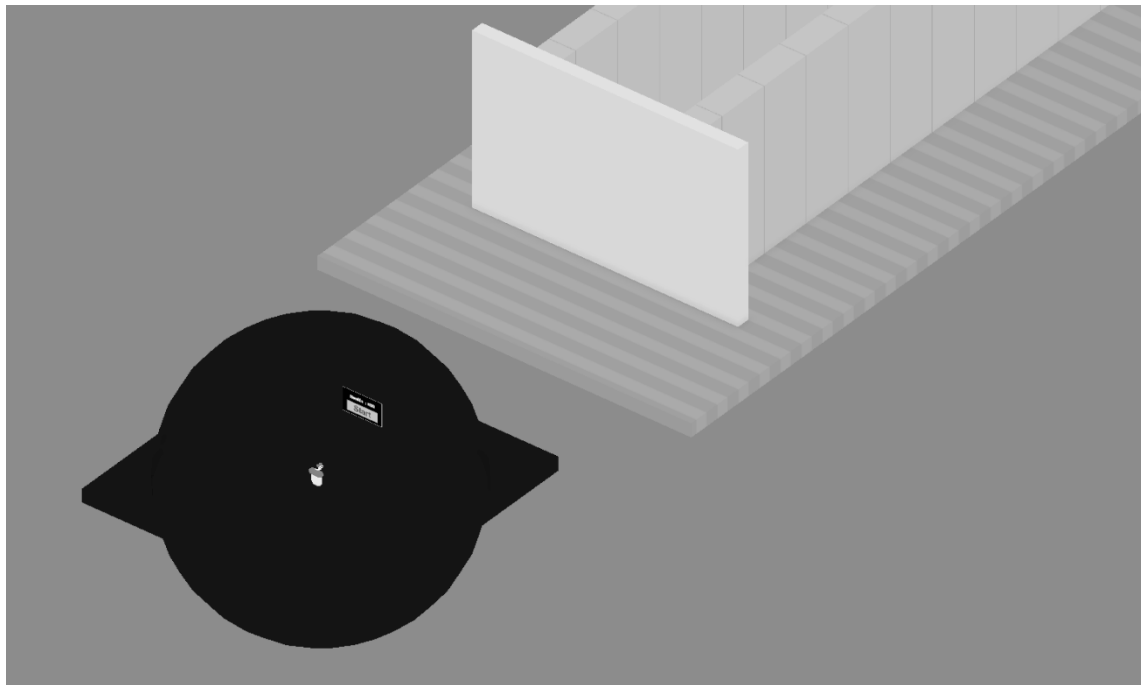


*Ilustración 9 Imagen externa del menú (elemento a la izquierda) y la instancia de los Casos (elemento a la derecha)
(Elaboración Propia)*

Primera Parte

En esta primera parte, se propuso evaluar el concepto de estrechez, transformando una percepción cualitativa en un aspecto cuantitativo. Según la RAE, estrechez se define como la carencia de anchura, y en términos arquitectónicos, se refiere a la relación entre el ancho y la altura de un espacio. Para ello, se diseñó una experiencia en la que los participantes pudieran identificar, de manera intuitiva, en qué condiciones espaciales comienzan a percibir esta sensación.

En la actividad, los participantes fueron inmersos en una simulación de una habitación "sin fin", cuyos muros se cerraban de forma gradual mientras ellos avanzaban, creando la ilusión de un espacio que se va estrechando. El objetivo era que cada usuario determinara el punto exacto en el que comenzaba a experimentar esta sensación de estrechez, según su propia percepción.

La experiencia incluyó tres variaciones de un caso base, en las que se modificaron tres aspectos del diseño de la habitación: la altura, el brillo y la profundidad (Ilustración 10). Estos cambios permitieron comparar los resultados de los participantes en diferentes escenarios y analizar cómo estas alteraciones afectan la percepción subjetiva de estrechez.

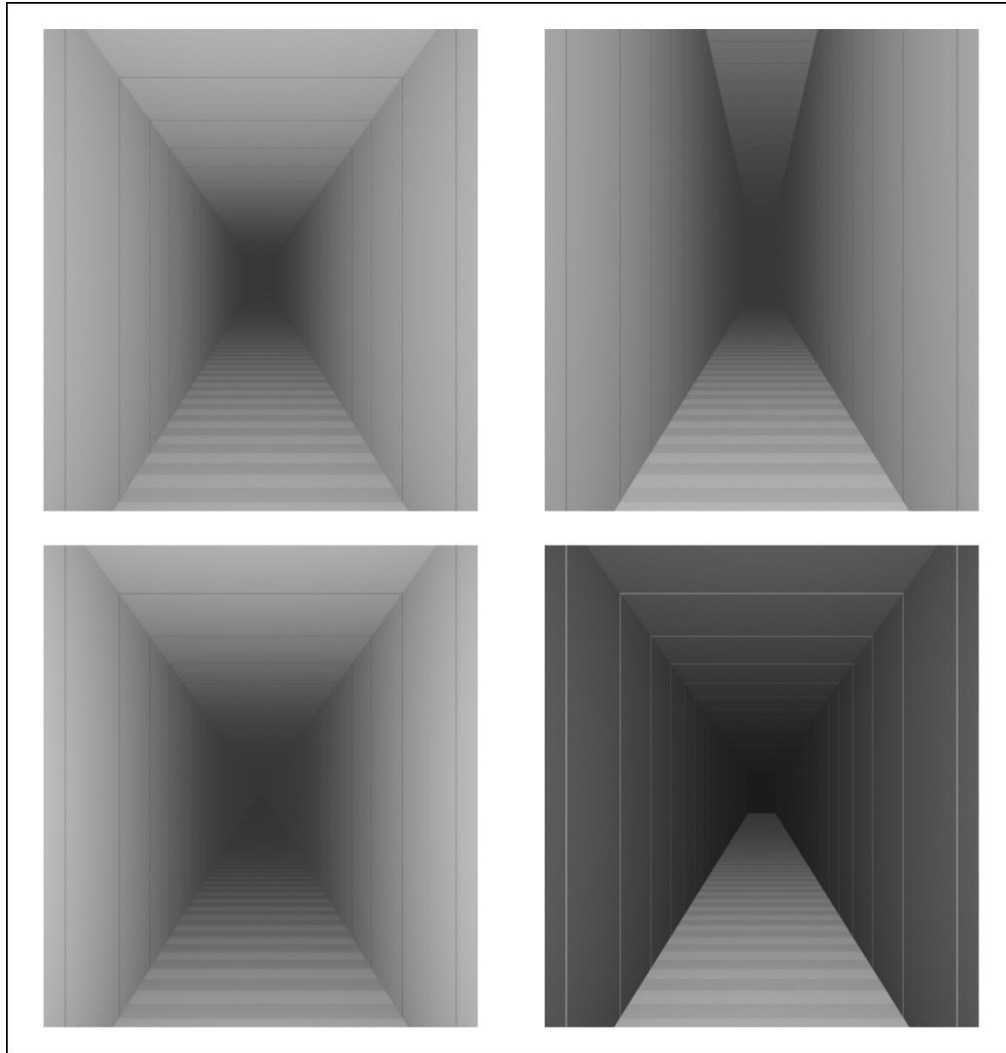


Ilustración 10 Imágenes representativas de cada caso, Caso A definido como el caso Base, Caso B con cielo el doble de alto, Caso C con profundidad visible reducida, Caso D muros y cielo con bajo nivel de brillo. (Elaboración propia)

Diseño de la experiencia

Al ser una experiencia la cual se plantea virtualmente un entorno aparentemente infinito, y no se puede hacer que los participantes realicen un desplazamiento tan extenso en la vida real, se limitó este desplazamiento exclusivamente para los controladores del visor, se permitieron los siguientes tipos de movimientos para la realización de la experiencia.

Prioritarios:

- Desplazamiento mediante controladores.

Opcionales:

- Rotación con controladores.
- Rotación en la vida real.
- Movilidad restringida en la vida real.

Se emplearon los sentidos visual y háptico para el diseño de la experiencia. Visualmente, el participante podía ver cómo se reducía el espacio, utilizando dos patrones: franjas en el suelo y líneas distanciadas en los muros y el techo. Esto facilitaba la percepción del movimiento dentro del entorno (Ilustración 11). El sentido háptico se activaba cuando los controladores vibraban al interactuar con los muros, permitiendo a los usuarios sentir la distancia entre ellos a través de la propiocepción y la separación entre sus manos (Ilustración 12).

La experiencia inicia desde que los participantes se colocan el visor de realidad virtual, viéndose inmersos en el menú inicial del programa, en donde cuentan con la primera aproximación a su avatar virtual, el cual se ajusta su dimensión para hacerla coincidir con un tamaño similar al del usuario. Tras esto, el participante puede iniciar la experiencia mediante un panel flotante, llevándolo a uno de los casos existentes de forma aleatoria, teniendo la disponibilidad de avanzar e interactuar con el entorno simulado.

La experiencia concluye en el momento en el que el participante alcanza el punto en que empieza a sentir el espacio como estrecho, en ese momento, el participante da por finalizada la experiencia regresando al menú inicial de la experiencia, registrando de forma automática la distancia exacta entre los muros, secuencia referenciada mediante las ilustraciones 14 y 15.

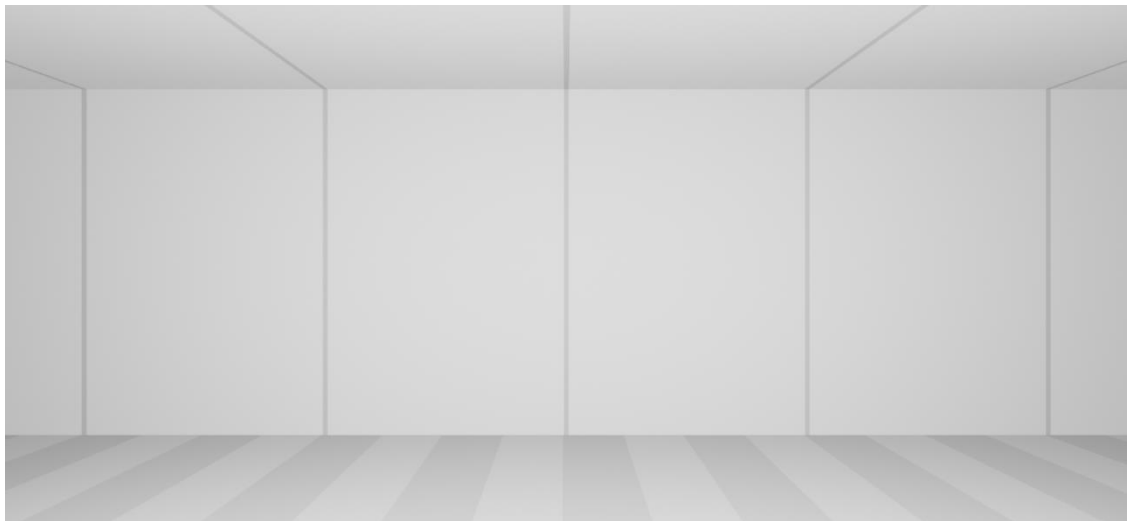


Ilustración 11 Patrones generales usados para la primera etapa (Elaboración Propia)

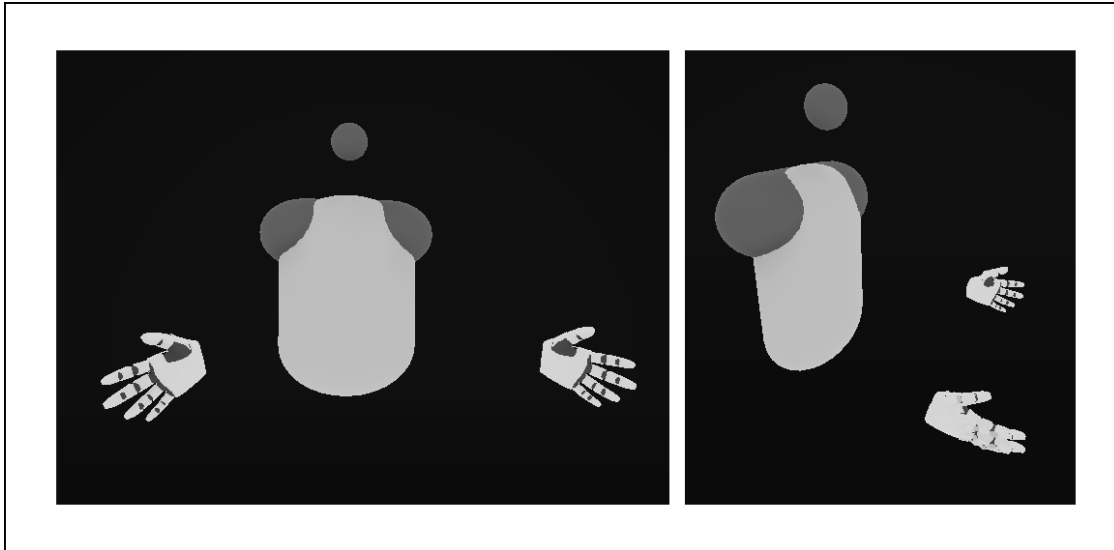


Ilustración 12 Avatar de los usuarios en la primera etapa. (Elaboración Propia)

El universo de la muestra fue principalmente conformado por la comunidad de la Universidad Técnico Federico Santa María, principalmente alumnos de esta, para ello se utilizó dos espacios, el primero, la sala de ocio del edificio B, y el ex patio verde del departamento de arquitectura, el primero para abarcar una mayor variedad entre las carreras de los estudiantes, mientras que en el segundo con el fin de captar alumnos principalmente de la carrera de arquitectura.



Ilustración 13 Fotos. primera experiencia, Izquierda, realizada en la sala de Ocio del Edificio B, Derecha, realizada en el Patio Verde del departamento de arquitectura (Elaboración propia)



Ilustración 14 Secuencia de la experiencia, en la primera imagen se muestra la vista del menú inicial, en la segunda, la vista inicial (Elaboración propia)

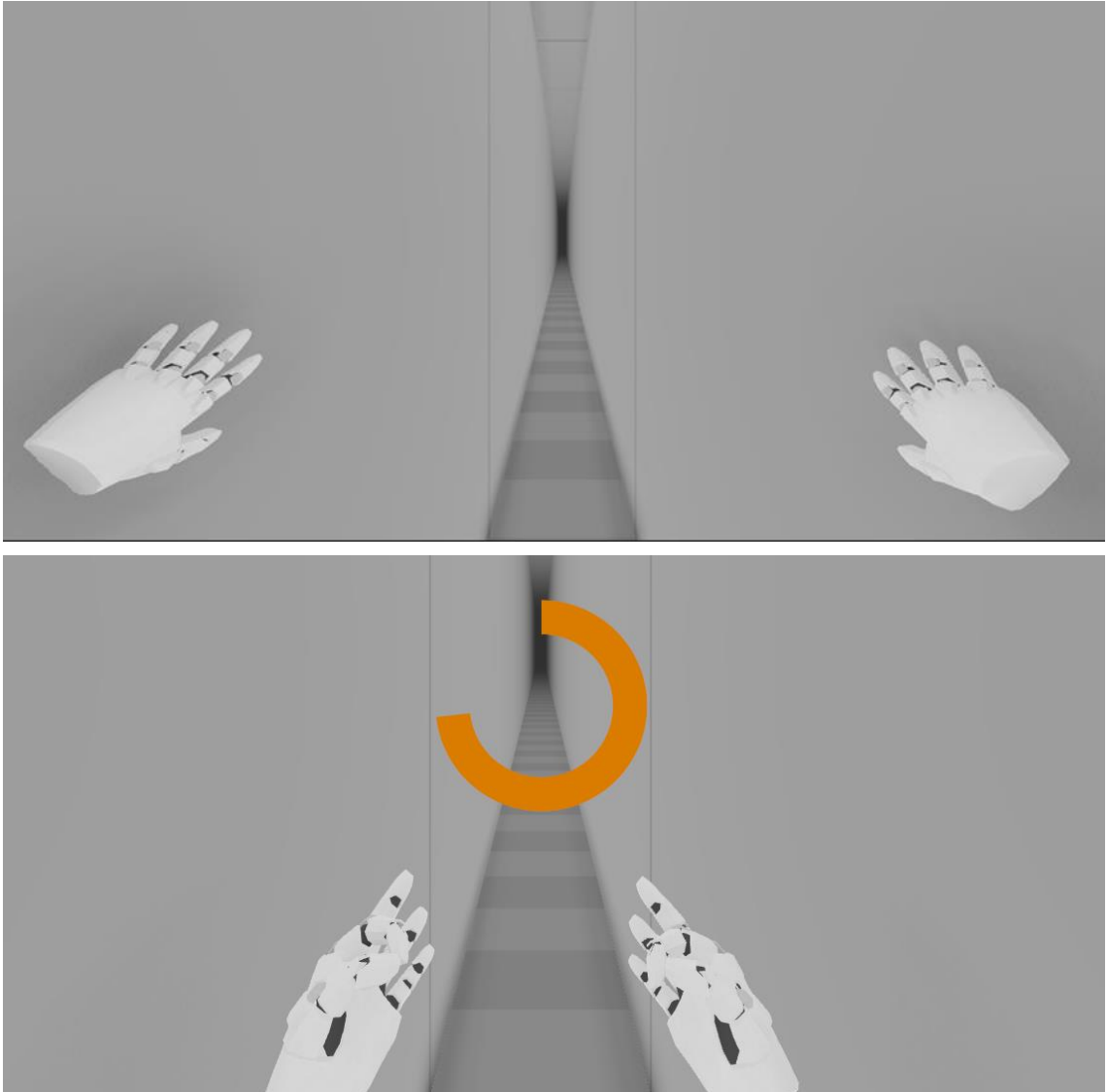


Ilustración 15 Secuencia de la experiencia, cuando el sujeto avance hasta llegar un punto donde considera el espacio estrecho, procede a dar el input para regresar al menú inicial para finalizar (Elaboración propia)

Resultados

En la experiencia constó con un total de 130 participantes (41 mujeres y 89 hombres), con edades entre 17 y 31 años (Media = 20,53 años, Desviación estándar = 2,51 años), de los cuales 54 eran pertenecientes al área de la arquitectura. Todos participaron de manera voluntaria para el experimento. Ellos fueron informados sobre la finalidad de la investigación y sobre los pasos e instrucciones a seguir.

Dentro de la experiencia, se recolectó la siguiente información de los participantes:

- Edad
- Altura
- Sexo
- A que disciplina corresponde (en que carrera universitaria se encuentra o si es de primer año)

Entre las 130 personas que participaron, se dividieron entre los cuatro 4 existentes, resultando que para los casos A y D, participaron 32 personas en cada uno, y 33 personas correspondientes en los casos B y C. Dentro de los resultados, es notable el cómo el promedio de las personas varían de forma considerable entre cada caso, llegando a haber una diferencia de hasta medio metro entre las medias de los resultados, hasta presentar

un rango de respuestas desde los 30 centímetros (el mínimo posible dentro de la experiencia) hasta los 3 metros.

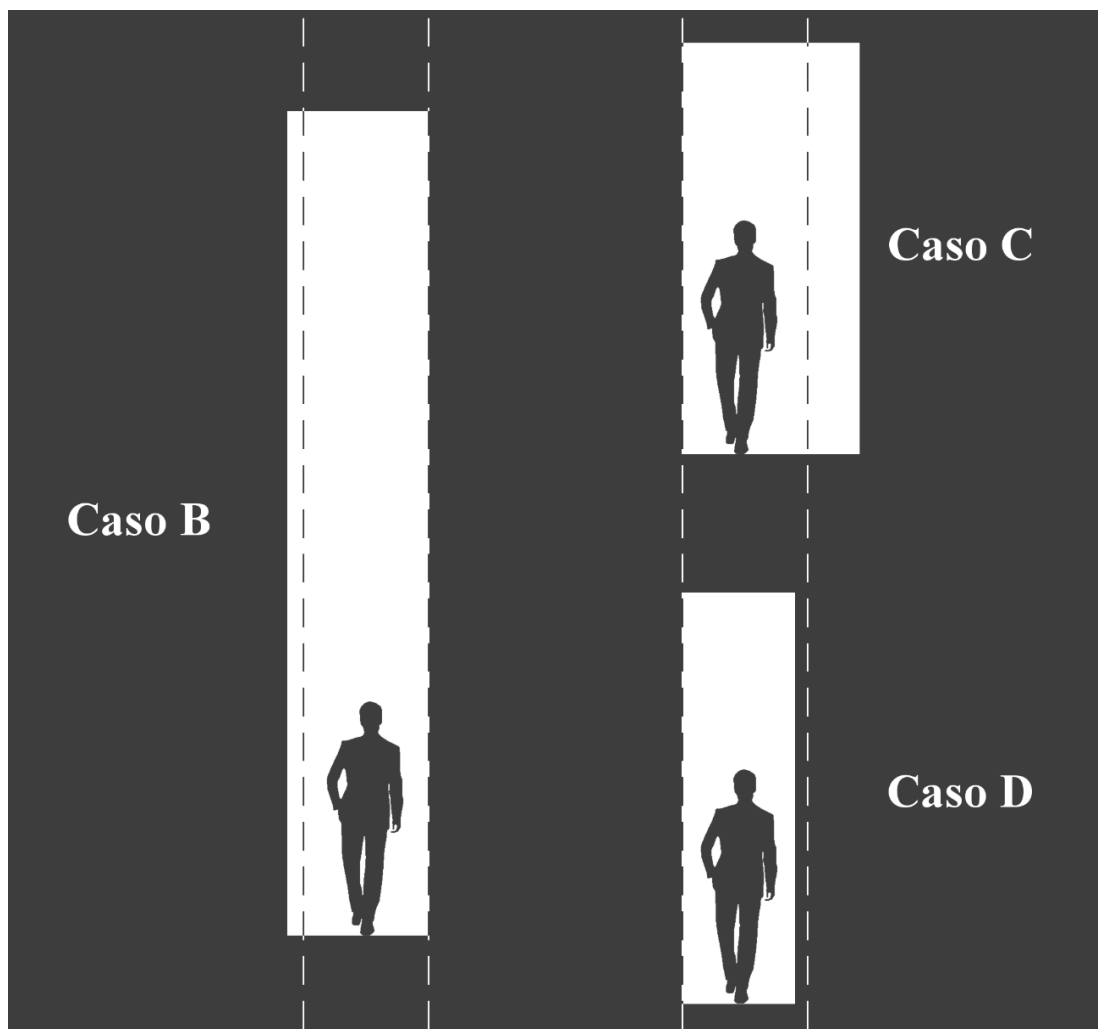


*Ilustración 12 Comparación del Caso A (Líneas segmentadas) comparadas con las 3 variaciones de esta.
(Elaboración propia)*

De los cuatro escenarios planteados, el que presenta una menor visión de la profundidad fue el que acentuó esta sensación de estrechez, ya que permitió generar esta sensación con una mayor anchura en el espacio simulado comparado a los otros casos. Mientras que el caso que presentó un menor nivel de brillo en su diseño redujo la sensación de estrechez en comparación al resto de los casos.

Los resultados obtenidos en los cuatro casos evaluados muestran una correlación positiva entre la media de los resultados y la desviación estándar correspondientes. Esto implica que a medida que se diseña un espacio que aumente la sensación de estrechez, no hace que la globalidad de las personas perciba la estrechez en una dimensión mayor, sino más bien, hace que definir el aspecto de estrechez sea menos conciso.

Tabla 1 Resultados estadísticos del promedio y desviación estandar de los resultados (Elaboración Propia)

	Promedio [m]	Desviación Estandar [m]	Minimo [m]	Máximo [m]
Caso A	0,92	0,48	0,31	2,34
Caso B	1,04	0,63	0,31	2,76
Caso C	1,30	0,79	0,34	3,00
Caso D	0,83	0,49	0,31	2,87
Global	1,03	0,63	0,31	3,00

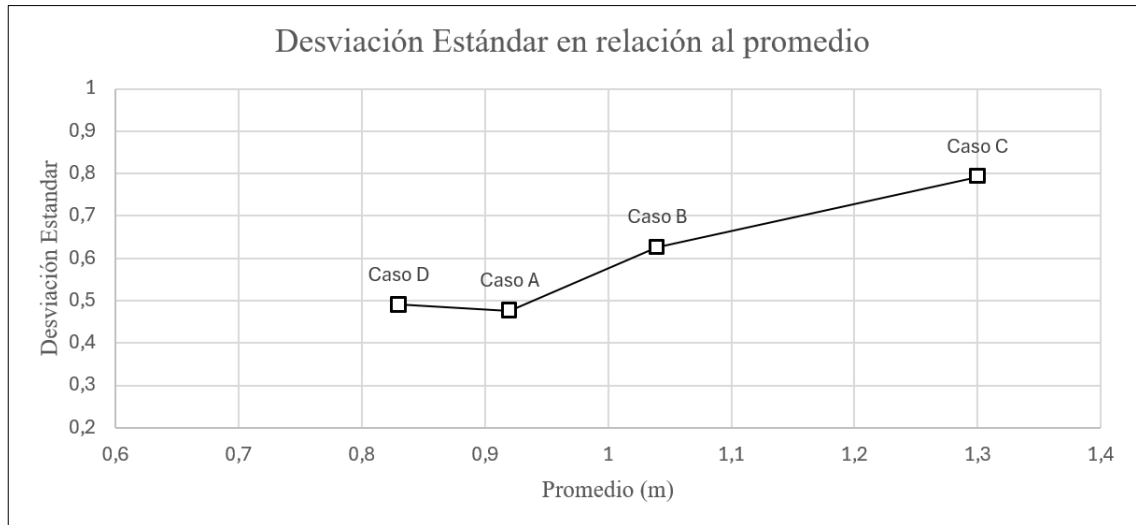


Ilustración 13 Grafico de la relación entre la desviación media y promedio de los resultados entregados para cada caso. (Elaboración propia)

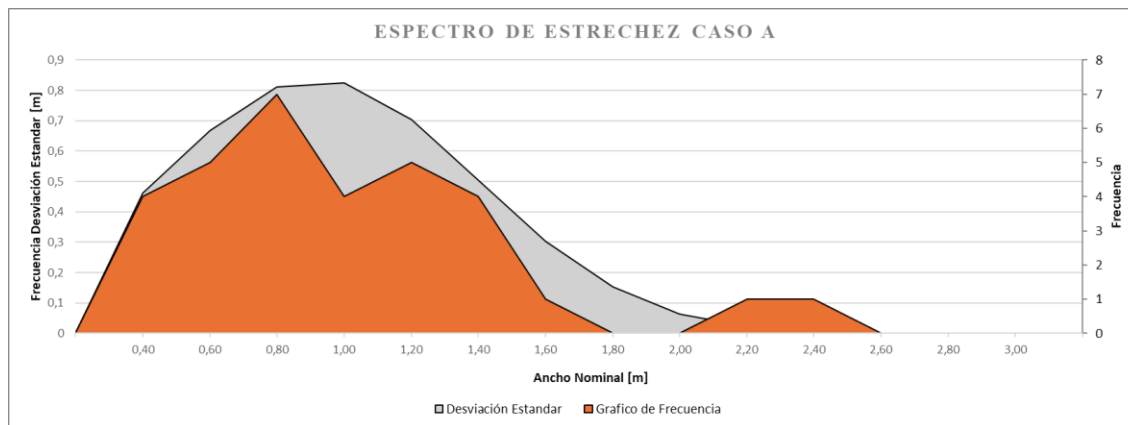


Ilustración 16 Grafico de la desviación estándar y frecuencia de los resultados de la anchura dentro del Caso A.(Elaboración Propia)

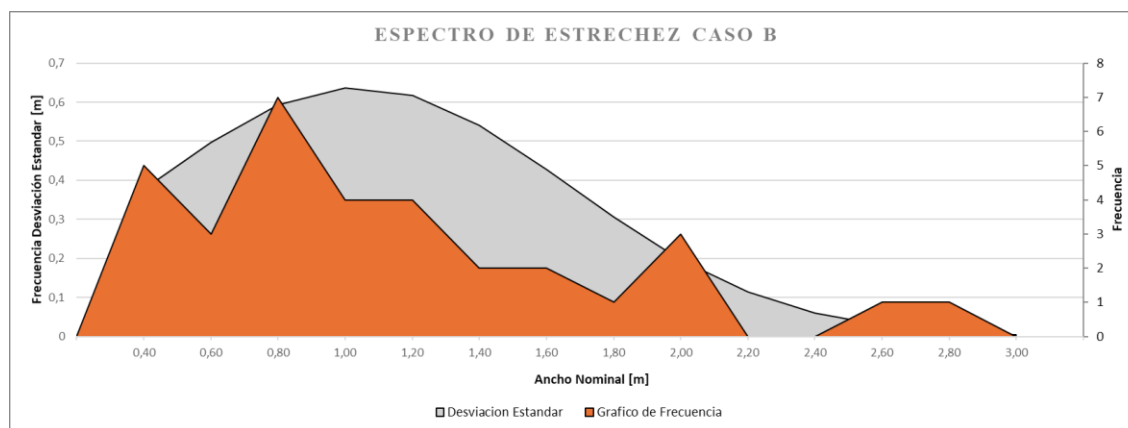


Ilustración 17 Grafico de la desviación estándar y frecuencia de los resultados de la anchura dentro del Caso B.(Elaboración Propia)

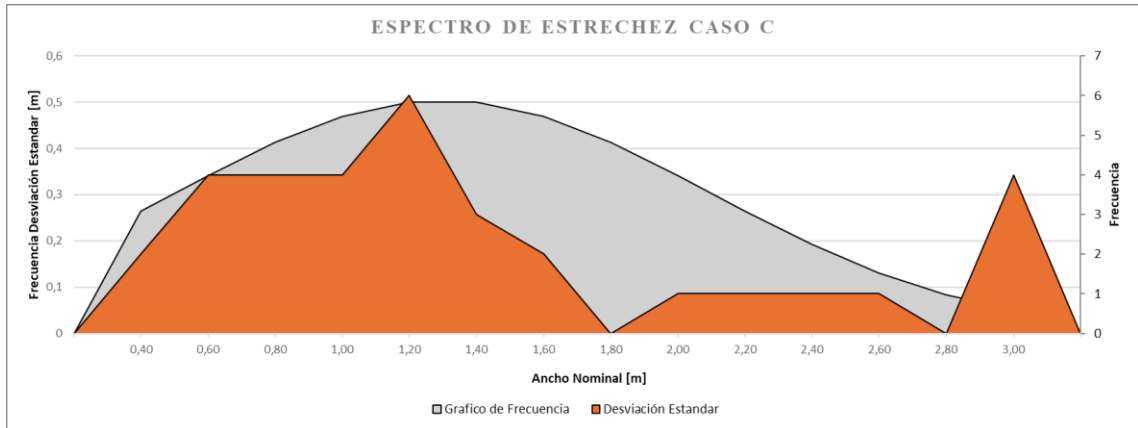


Ilustración 18 Gráfico de la desviación estándar y frecuencia de los resultados de la anchura dentro del Caso C.(Elaboración Propia)

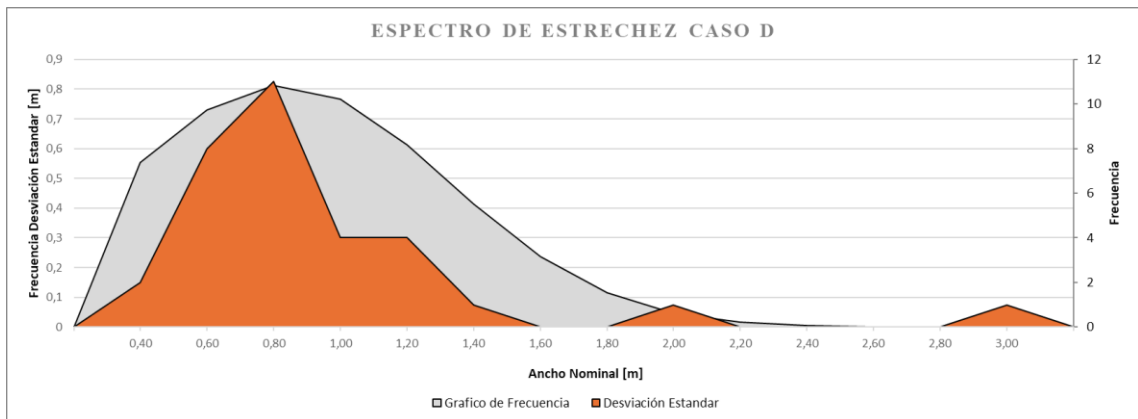


Ilustración 19 Gráfico de la desviación estándar y frecuencia de los resultados de la anchura dentro del Caso D.(Elaboración Propia)

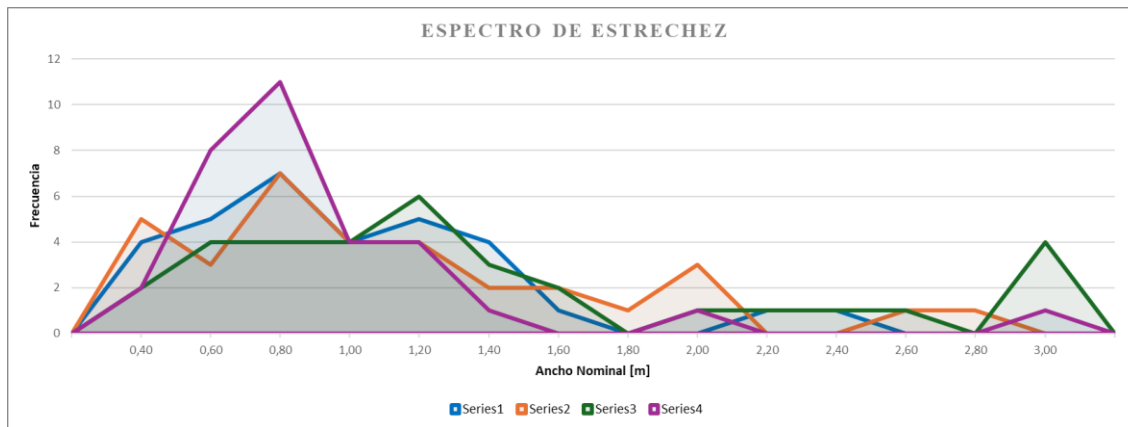


Ilustración 20 Grafico de contraste entre las frecuencias de cada caso. (Elaboración Propia)

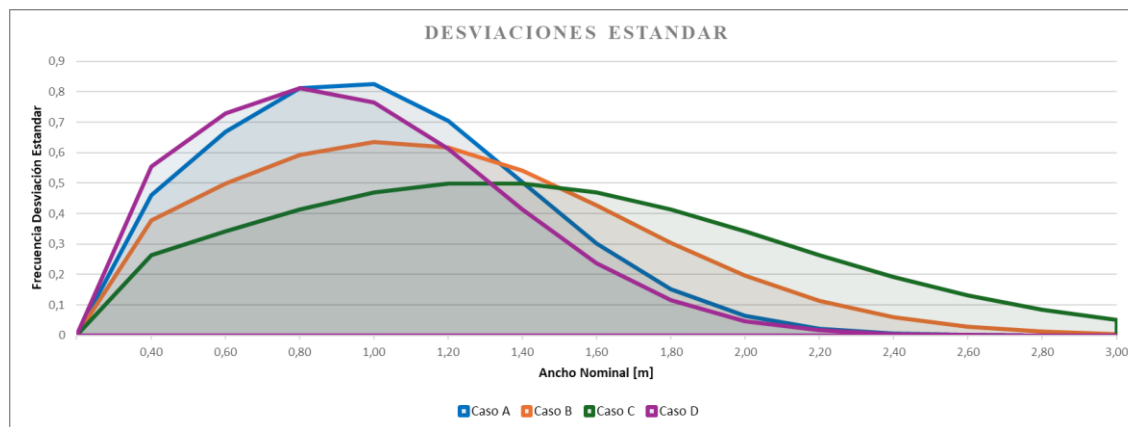


Ilustración 21 Grafico de contraste entre las desviaciones estándar de cada caso. (Elaboración Propia)

De igual manera, se buscó explorar si existía alguna relación entre las características de los participantes y sus resultados, evaluando variables como la altura, el sexo y la pertenencia al área de arquitectura, construcción o disciplinas afines. En cuanto a la altura, no se observó una diferencia significativa en las respuestas de los participantes, con un impacto mínimo, si es que alguno, en la media y la desviación estándar de los resultados. Por otro lado, se encontraron diferencias notables en los resultados según el sexo y la relación con el área de la arquitectura.

En cuanto al sexo, se observó que los hombres presentaron una mayor precisión en sus respuestas, con una desviación estándar de 0,58[m] y una media de 0,99[m]. Las mujeres, en cambio, mostraron una mayor desviación estándar (0,72[m]) y una media de 1,11[m].

Respecto a la relación con la disciplina, las diferencias fueron aún más marcadas. Los participantes asociados a la arquitectura y la construcción tuvieron una desviación estándar de 0,76[m] y una media de 1,22[m], mientras que aquellos fuera de este grupo presentaron valores menores, con una desviación estándar de 0,48[m] y una media de 0,88[m].

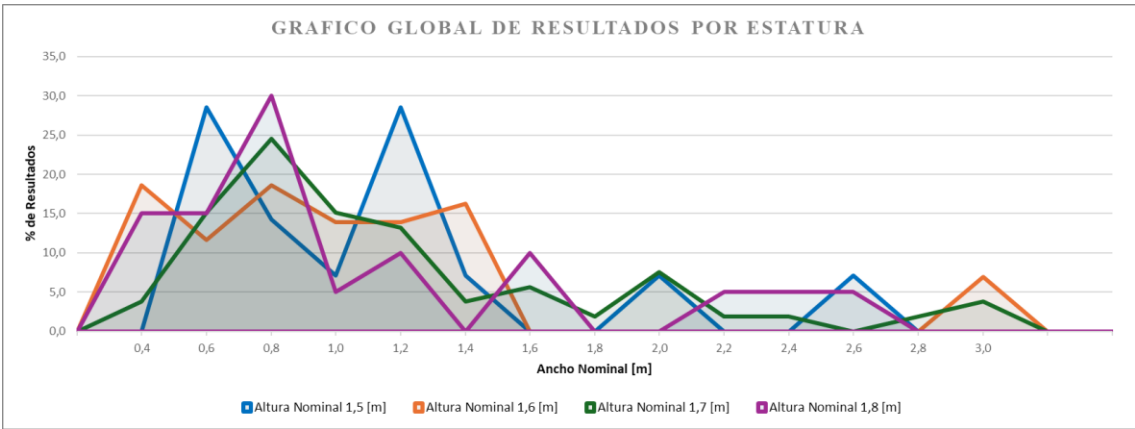


Ilustración 22 Gráfico de contraste entre las frecuencias globales respecto Altura. (Elaboración Propia)

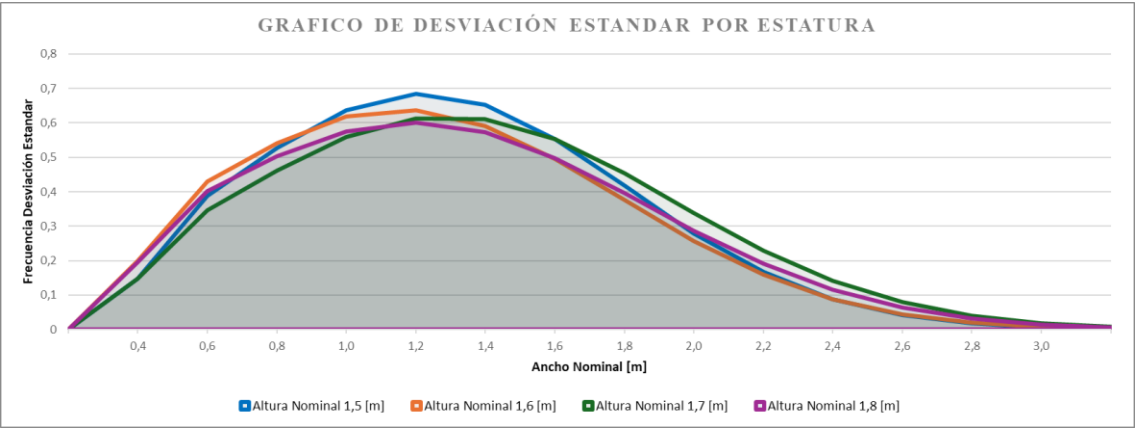


Ilustración 23 Gráfico de contraste entre las distribuciones estándar globales respecto a la altura. (Elaboración Propia)

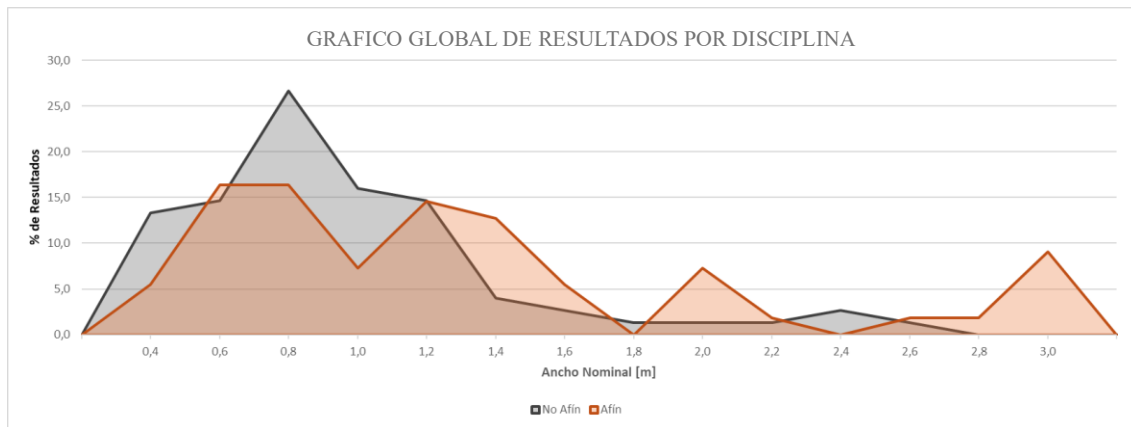


Ilustración 25 Gráfico de contraste entre las frecuencias globales respecto a afinidad a la disciplina. (Elaboración Propia)

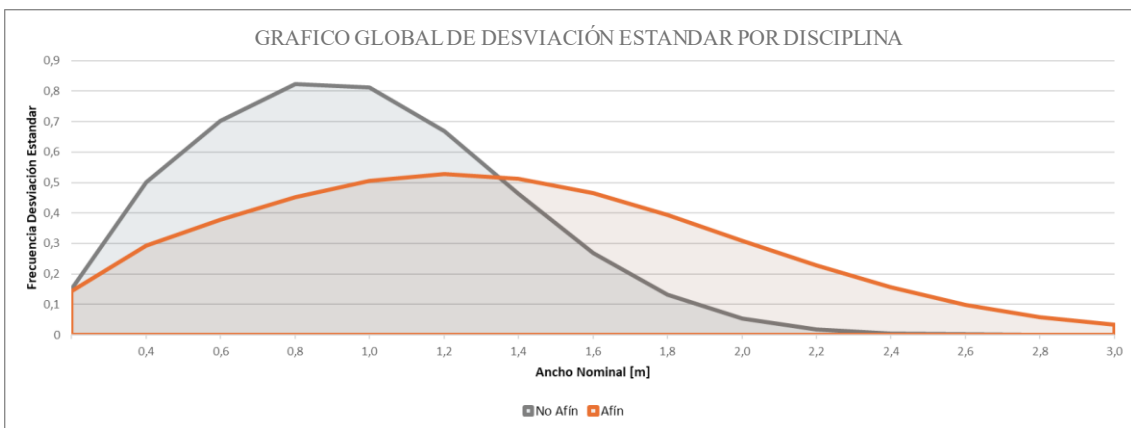


Ilustración 24 Gráfico de contraste entre las distribuciones estándar globales respecto a afinidad a la disciplina. (Elaboración Propia)

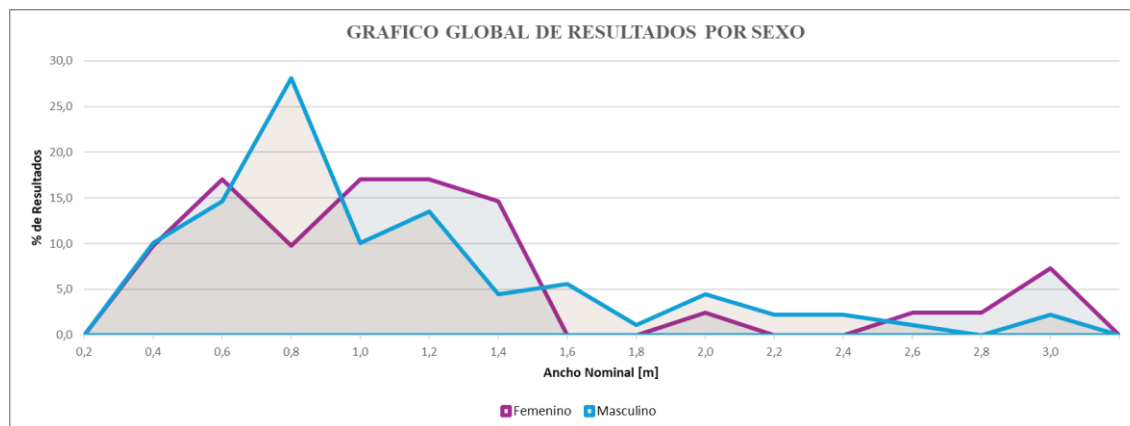


Ilustración 27 Gráfico de contraste entre las frecuencias globales respecto al sexo. (Elaboración Propia)

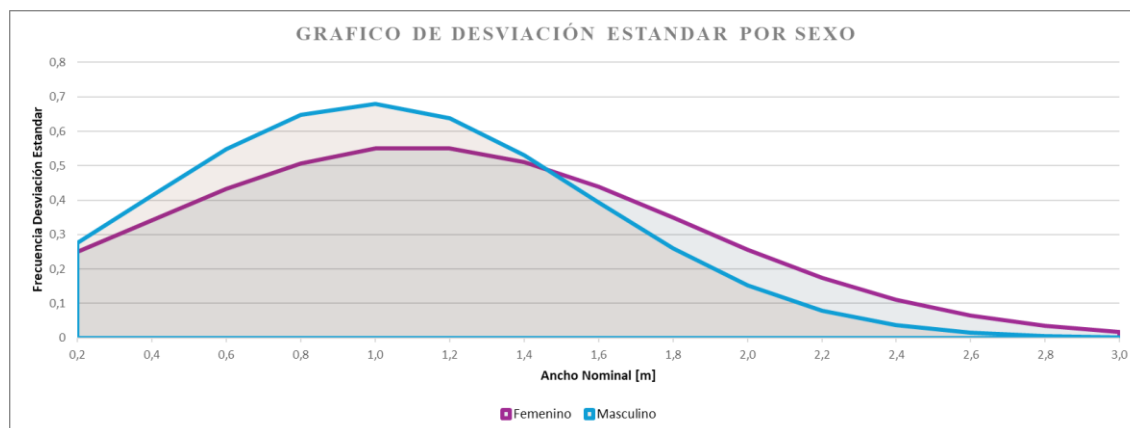


Ilustración 26 Gráfico de contraste entre las distribuciones estándar globales respecto al sexo. (Elaboración Propia)

Discusión

Los resultados revelan que un concepto subjetivo como la "estrechez" es interpretado de manera diversa, complicando la identificación de un umbral definido para determinar cuándo un espacio puede considerarse estrecho. Esta percepción está influenciada por factores como las características del espacio y las condiciones individuales de sus ocupantes. La falta de una definición precisa de esta cualidad plantea un desafío crítico en el diseño arquitectónico, ya que dificulta establecer criterios universales para la aplicación de esta. Como resultado, el planteamiento de estos diseños puede llegar a no satisfacer las necesidades de los usuarios, afectando tanto la funcionalidad como la percepción del confort dentro de estos.

El uso de términos subjetivos como "estrecho" o "amplio" para comparar casos presenta una complejidad inherente, ya que estos conceptos dependen de la interpretación personal y del contexto. Al no contar con una medida cuantificable, la comparación se limita a juicios cualitativos que no pueden especificar cuánta diferencia existe entre los casos. Esto hace difícil llegar a un entendimiento claro sobre la magnitud de la diferencia, pues sin valores numéricos o una escala definida, la comparación se queda en una apreciación vaga que no puede ser convertida en datos concretos, lo que obstaculiza cualquier análisis detallado. Esto no solo limita la precisión de la comparación, sino que también puede generar confusión o ambigüedad en el análisis cuando se quiera vincular aspectos que se vean influenciados por estos mismos.

Un hallazgo destacable es la diferencia en las respuestas de los participantes de la carrera de arquitectura, quienes mostraron un entendimiento menos definido de los conceptos espaciales. Esta observación resulta interesante, ya que se esperaría un mayor nivel de precisión en este grupo, dada su formación. Este aspecto merece un análisis más profundo, ya que estos mismos son quienes deberían de comprender de mejor manera las cualidades espaciales en el diseño del espacio.

La investigación utilizó un sistema de realidad virtual que, aunque efectivo para observar alteraciones en la percepción espacial, no logra replicar completamente la experiencia del mundo real. Factores como la falta de simulaciones hápticas completas y la no completa desconexión del usuario del mundo real permitiendo centrar toda su atención al mundo virtual simulado, limita la fidelidad de los resultados. A pesar de estas limitaciones, las variaciones observadas en los experimentos demuestran que la percepción espacial es significativamente influenciada por la variación de los factores y las cualidades propias del usuario, lo que sugiere que estos resultados podrían replicarse en entornos físicos debido a la condición de simulación encontrado en esta.

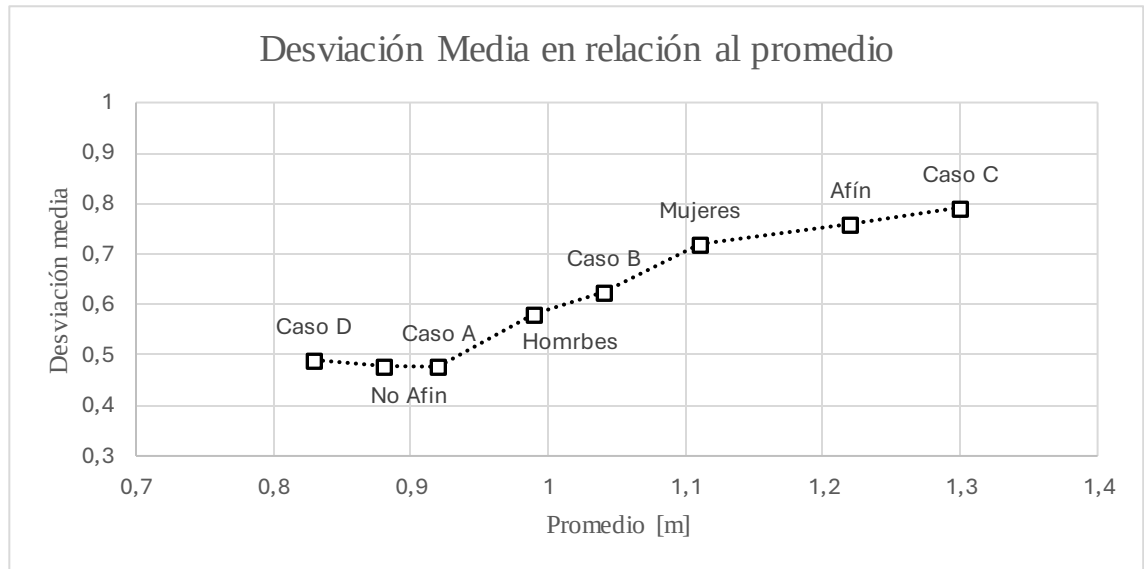


Ilustración 28 Grafico de la relación entre la desviación media y promedio de los resultados entregados para cada caso y aspecto evaluado. (Elaboración propia)

Segunda Parte

Primera Etapa

Siguiendo la metodología planteada, para entender en qué medida un factor altera nuestra percepción del espacio, es fundamental poner a prueba la capacidad de las personas para estimar dimensiones espaciales. Según Eysenck (Eysenck, 2001), este proceso se realiza mediante una "percepción activa", que utiliza los sentidos y la experiencia del individuo para completar la información faltante. Esto permite que la persona estime, por ejemplo, el tamaño de una habitación basándose en la información disponible y sus experiencias previas.

Para esto, resulta fundamental analizar cómo las personas estiman el espacio en condiciones lo más neutras posible, siendo estas, habitaciones sin elementos notables y diseñadas de manera uniforme, con el objetivo de eliminar cualquier factor externo que pueda influir en la percepción espacial. Estas habitaciones actuarán como un punto de referencia estándar, permitiendo evaluar cómo las dimensiones físicas y la ausencia de estímulos visuales afectan la precisión de las estimaciones realizadas por los participantes. Este enfoque también facilitará una comparación más objetiva con espacios alterados, destacando las variaciones en la percepción inducidas por cambios en el diseño.

Como primera serie de experiencias en esta etapa de la investigación, se planteó 5 escenarios con distintas dimensiones para que las personas puedan poner a prueba su

capacidad estimativa, siendo estas las que se presentan en la tabla 2. Mientras que en la primera parte se utilizó una textura de franjas para poder facilitar la interpretación del desplazamiento dentro en la experiencia, fue necesario el cambiar esto debido a que el patrón de este podría interferir en el proceso de estimación, por lo que se optó por utilizar un patrón sutil de voronoid con bajo contraste tanto para cielo, piso y muros, mientras que los últimos dos cuentan con menor nivel de brillo para poder facilitar la diferenciación con los muros. De esta forma, se facilita la lectura del desplazamiento sin entregar una herramienta para poder medir el espacio, véase ilustración 29.

Tabla 2 Dimensiones de la primera serie habitaciones neutra (Elaboración propia)

	Ancho [m]	Largo [m]	Alto [m]
Caso A	3,20	3,20	2,55
Caso B	5,50	5,50	3,25
Caso C	3,20	5,50	3,95
Caso D	2,50	5,50	2,55
Caso E	2,50	3,20	3,25

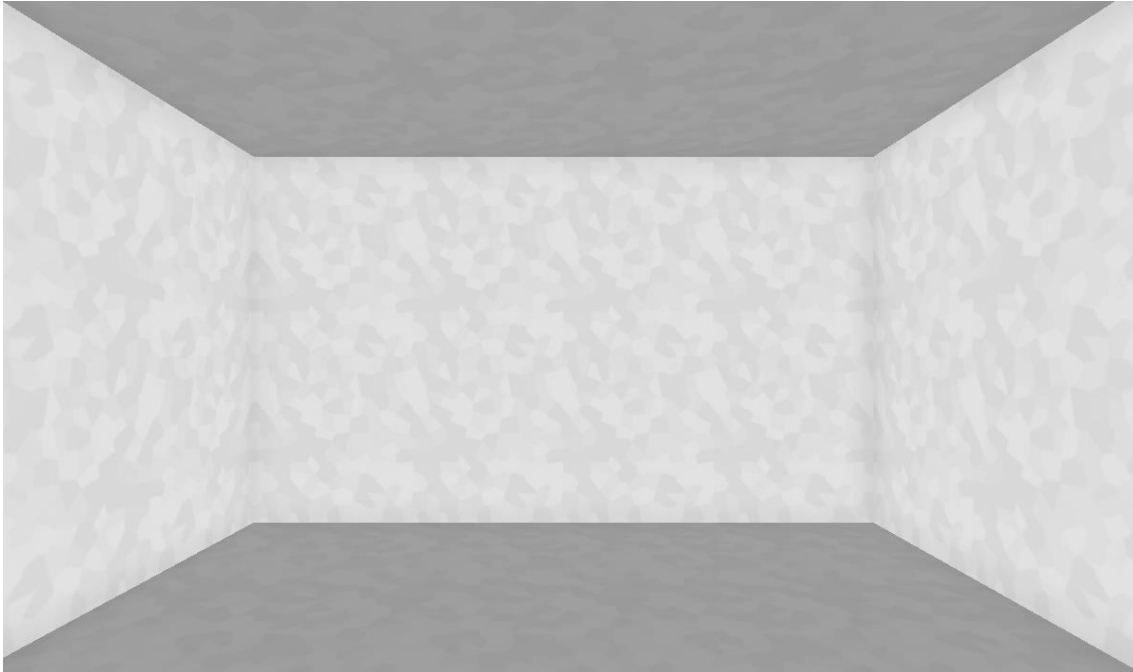


Ilustración 29 Diseño de texturas de las habitaciones. (Elaboración propia)

Diseño de la experiencia

A comparación de la experiencia anterior, es necesaria contar con la posibilidad de moverse libremente por el espacio, por lo que para las experiencias se consideró el utilizar espacios más amplios para suplir esta necesidad, dejando el movimiento por los controladores como herramienta secundaria en caso de reposicionamiento si es que es necesario

Prioritarios:

- Desplazamiento en Vida Real
- Rotación en Vida Real

Opcionales:

- Rotación mediante Controladores
- Desplazamiento mediante Controladores

Con esto, a los participantes se les brinda la posibilidad de habitar y recorrer el espacio, utilizando las propias dimensiones de su cuerpo para establecer medidas, guiándose con el desplazamiento, usar los brazos de referencia, su propia visión y compararlo con casos que ya hubieran experimentado para comparar sus dimensiones.

En esta etapa como las siguientes, utilizan de misma forma el sentido visual y háptico mediante el visor y los controladores, con la única diferencia de que se actualizó el avatar de los usuarios ahora incluyendo un cuerpo completo, véase ilustración 30, en este, se controla la posición del cuerpo en relación a la posición del visor, los brazos utilizan la cinemática inversa para simular una aproximación de cómo sería la posición de los brazos en relación a la posición de los controladores, y las piernas en relación al piso. De misma forma, también se cambió el color del avatar a un naranja oscuro con el fin de aumentar el contraste entre el avatar y la habitación, mientras que de dimensiones ajustables del avatar son la altura y la longitud de los brazos dependiendo del usuario.

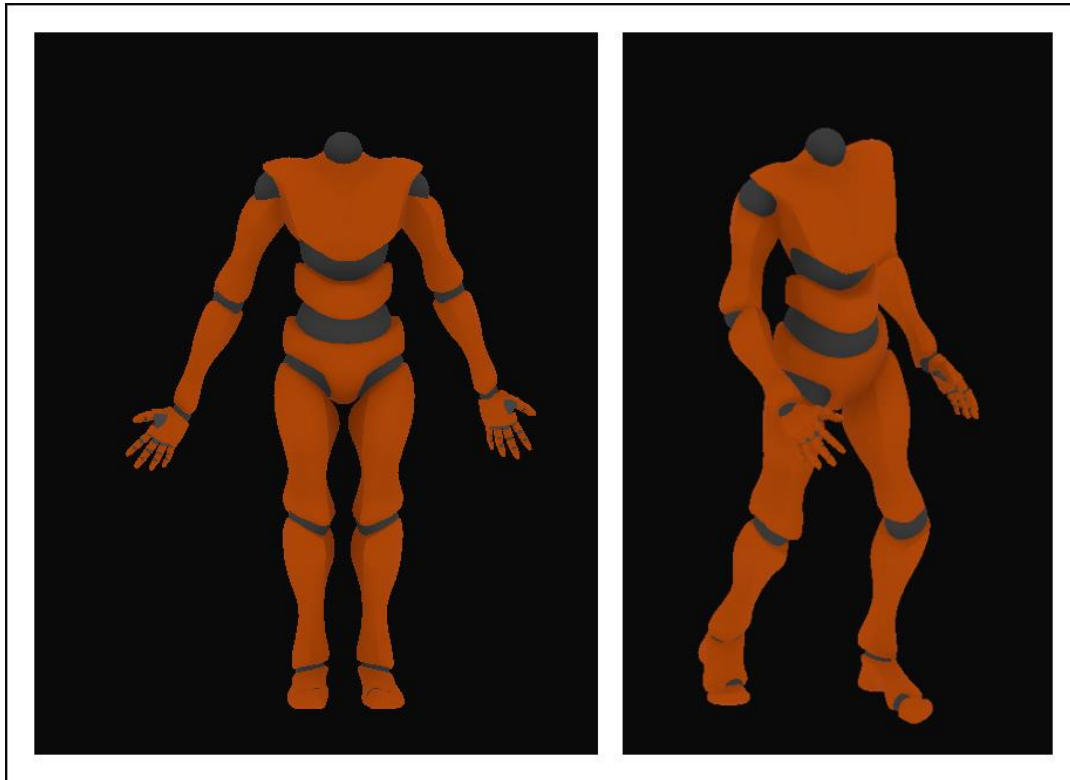


Ilustración 30 Avatar de los usuarios en la segunda etapa. (Elaboración Propia)

Durante la experiencia, los participantes tienen el objetivo de estimar las dimensiones (Ancho, Largo y Alto) de 3 de los 5 casos existentes (Siendo estos seleccionados de forma aleatoria) mediante los sentidos y elementos presentes, siendo estos la propia longitud de su avatar, el sentido visual y el desplazamiento dentro del entorno, siendo estos datos registrados de forma externa mientras el usuario realiza la experiencia. Cuando el participante establece las 3 dimensiones de la habitación presentada, este regresa al menú inicial y repite el proceso hasta completarlo 3 veces, dándose por finalizada la experiencia.

Estas condiciones de diseño son las que se utilizará para el resto de las experiencias.

Por términos de una necesidad de mayor espacio, se utilizaron 2 espacios dentro de la Universidad Técnico Federico Santa María, el primero, la sala D202 del departamento de arquitectura, para recoger datos por parte de los alumnos de la carrera correspondiente, y en el hall del C, por contar con un buen espacio para la realización de esta experiencia.



Ilustración 31 Fotos de la experiencia realizada en la sala D202 y el Hall del C (Elaboración Propia)

Resultados

La primera etapa de la segunda parte de la investigación constó con un total de 74 participantes (21 mujeres y 53 hombres), con edades entre 17 y 52 años (Media = 22,22 años, Desviación estándar = 5,70 años), de los cuales 26 eran pertenecientes al área de la arquitectura. Todos quienes participaron de manera voluntaria para el experimento. Ellos fueron informados sobre la finalidad de la investigación y sobre los pasos e instrucciones a seguir

Dentro de la experiencia, se les fue preguntada la siguiente información:

- Edad
- Altura
- Sexo
- A que disciplina corresponde (en qué carrera universitaria se encuentra o si es de primer año)

De las 74 personas, 45 personas realizaron los Casos A, B y D, mientras que 44 personas realizaron el caso C, y 43 el Caso E. Para poder evaluar el desempeño de las estimaciones

entregada por los participantes se optó por evaluarlos mediante la exactitud porcentual en relación con las dimensiones reales de los casos.

Dentro de los resultados obtenidos mediante las respuestas de los participantes, se logra evidenciar una distinguible diferencia entre estas y las dimensiones reales de los recintos evaluados, siendo notables esto tanto para el promedio de las respuestas y la desviación, cuales, aunque no coincidan entre sí, presentan la misma correlación positiva reflejada en la primera experiencia, siendo esta reflejadas en el gráfico 32. Entre la precisión y exactitud de los resultados, en donde se presenta un mejor desempeño entre estas es en la estimación de la altura, siendo las que presentan una mayor densidad de respuestas próximas a la correcta, mientras que, en el caso opuesto, lo es en la anchura, presentando una subestimación de hasta un 15%.

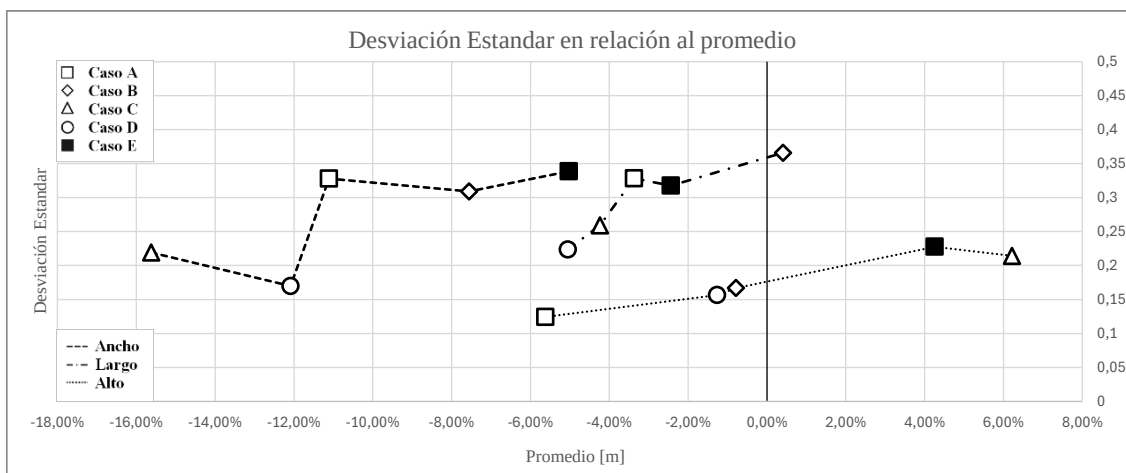


Ilustración 32 Grafica comparativa de la media y desviación estándar por dimensión entre casos (Elaboración propia)

*Tabla 3 Tabla comparativa de las medias de los resultados para las dimensiones y las medidas reales de cada caso.
(Elaboración Propia)*

Casos	Promedio % Desviación			Real		
	Ancho	Largo	Alto	Ancho.	Largo.	Alto.
Caso A	-11,11%	-3,37%	-5,62%	3,2	3,2	2,55
Caso B	-7,56%	0,40%	-0,79%	5,5	5,5	3,25
Caso C	-15,63%	-4,24%	6,21%	3,2	5,5	3,95
Caso D	-12,09%	-5,05%	-1,26%	2,5	5,5	2,55
Caso E	-5,02%	-2,43%	4,26%	2,5	3,2	3,25

Una anomalía presentada en los resultados, son entre la comparación de las respuestas entregadas por quienes era parte de la carrera de arquitectura y el resto de las respuestas, en las cuales, las personas que eran externas a esta carrera, por lo general, las dimensiones del ancho son subestimadas, por otra parte el largo se sobrestimado, siendo un par de casos en los que la variación supera el 10%, en su contraparte, el promedio entregado por las personas parte de la carrera, presentan una subestimación elevada para la mayoría de los casos, llegando hasta presentar una diferencia de hasta caso 20% como se ve en la tabla 4.

De misma forma que con el primer experimento, aunque las respuestas sean menos exactas por parte del grupo conforme de estudiantes de arquitectura, se mantiene el mismo patrón de que las respuestas sean más precisas entre sí, manteniendo una menor desviación estándar para la mayoría de los casos.

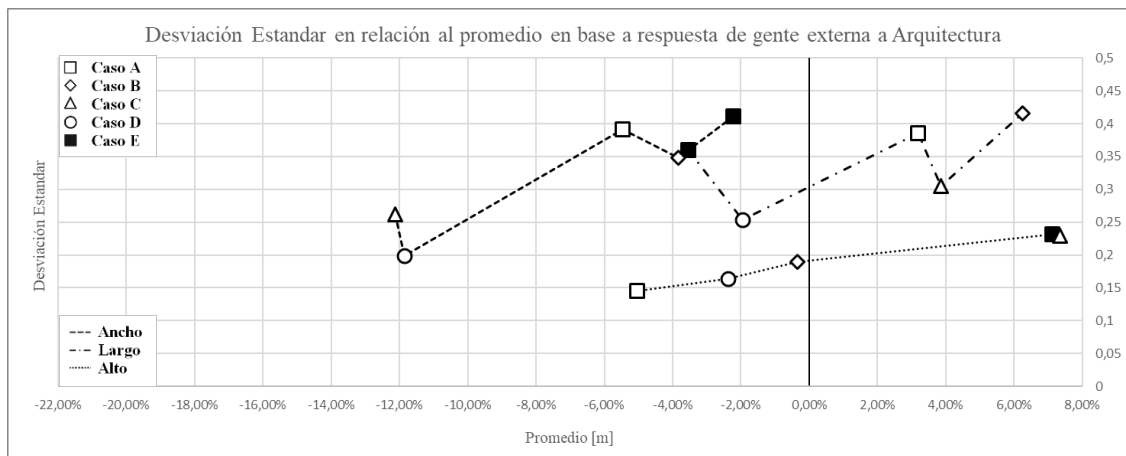


Ilustración 33 Gráfica comparativa de la media y desviación estándar por dimensión entre casos de las respuestas de personas ajenas a la carrera de Arquitectura. (Elaboración propia)

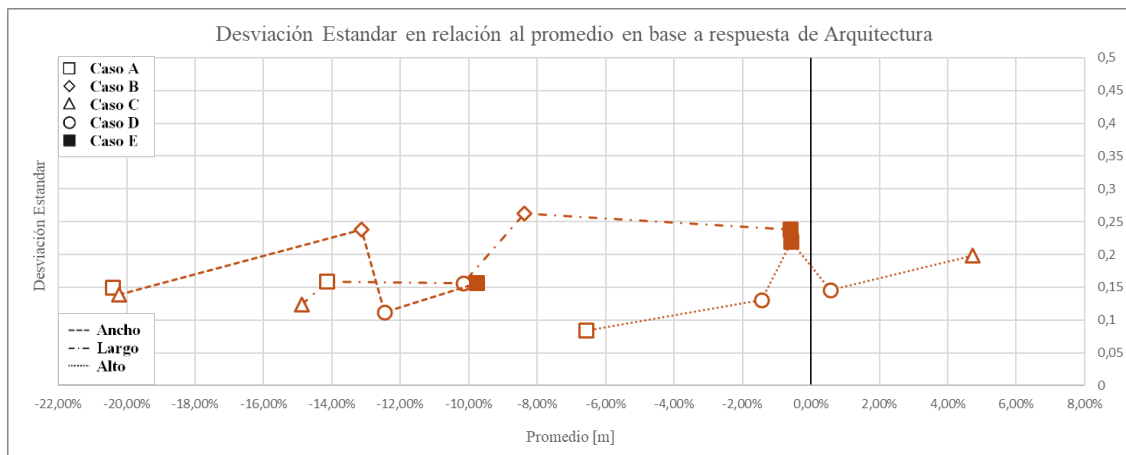


Ilustración 34 Gráfica comparativa de la media y desviación estándar por dimensión entre casos de las respuestas de personas pertenecientes a la carrera de Arquitectura. (Elaboración propia)

Tabla 4 Tabla comparativa de las medias entre los resultados entre personas vinculadas al área de la arquitectura y el resto de los usuarios. (Elaboración Propia)

Casos	Otras Carreras			Arquitectura		
	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto
Caso A	-5,47%	3,18%	-5,04%	-20,40%	-14,15%	-6,57%
Caso B	-3,84%	6,26%	-0,34%	-13,13%	-8,38%	-1,45%
Caso C	-12,13%	3,85%	7,34%	-20,23%	-14,88%	4,73%
Caso D	-11,86%	-1,95%	-2,38%	-12,47%	-10,16%	0,58%
Caso E	-2,22%	-3,53%	7,12%	-9,75%	-0,59%	-0,58%

En otro enfoque, durante la recolección de datos de la experiencia, hubo una cantidad considerable cantidad de personas que no lograron distinguir en los casos presentados si es que la habitación en la que se encontraban contaba o no con una superficie cuadrada. En esta, de las 222 respuestas entregadas, un 21% de estas no cuentan con una percepción clara de la geometría espacial, de las cuales, estas se ven reflejadas en 3 de los 5 casos, en ambos casos donde la geometría de la superficie de la habitación es cuadrada, y la cantidad de aciertos es donde el metraje cuadrado es menor, y uno de los casos rectangulares, el cual, es el que se presenta una geometría próxima a considerarse cuadrada.

Tabla 5 Tabla que muestra la cantidad sobre la percepción de la geometría espacial de los Casos A, B, C, D y E (Elaboración Propia).

	Cuadrados	No Cuadrados	Totales	% Fallos	Prop Caso	M2
Casos Cuadrados						
Caso A	28	17	45	37,8%	1	10,24
Caso B	22	23	45	51,1%	1	30,25
Casos No Cuadrados						
Caso C	0	44	44	0,0%	0,58	17,6
Caso D	0	45	45	0,0%	0,45	13,75
Caso E	7	36	43	16,3%	0,78	8

Segunda Etapa

Considerando los resultados de la primera parte, se planteó el realizar una segunda serie de 3 habitaciones para poder ver si siguiendo las lógicas de los resultados anteriores y poder predecir las estimaciones esperadas, véase tabla 6. Para el caso F, se diseñó una habitación utilizando el punto medio de las dimensiones de los casos A y B, esperando que los resultados se encuentren en un punto medio. Mientras que, para el Caso G, se modificó únicamente el ancho de la dimensión F, para ver cómo se ve afectado los resultados con solamente una ligera alteración, y por último, para el caso H, me mantuvo la misma proporción del caso G con una menor medida para ver si la situación en la que las habitaciones se perciben como cuadradas están definidas por la proporción de los costados.

Tabla 6 Dimensiones de la segunda serie habitaciones neutra (Elaboración propia)

	Ancho [m]	Largo [m]	Alto [m]
Caso F	4,30	4,30	2,70
Caso G	3,80	4,30	2,70
Caso H	3,30	3,80	2,70

Resultados

Esta segunda etapa de la segunda parte de la investigación constó con un total de 42 participantes (15 mujeres y 27 hombres), con edades entre 18 y 30 años (Media = 21.52 años, Desviación estándar = 3,05 años), de los cuales todos eran ajenos al área de la arquitectura. Todos participaron de manera voluntaria para el experimento. Ellos fueron informados sobre la finalidad de la investigación y sobre los pasos e instrucciones a seguir.

Dentro de la experiencia, se les fue preguntada la siguiente información:

- Edad
- Altura
- Sexo
- A que disciplina corresponde (en qué carrera universitaria se encuentra)
- Años dentro de la carrera.

Las personas realizaron los 3 casos diseñados y de forma aleatoria, mientras que, por los resultados obtenidos de la primera parte, se optó por elegir personas que no sean parte de la carrera de arquitectura, de esta forma poder trabajar principalmente lo que sería el “común” de las personas.

De los resultados conseguidos, para el caso F, aunque no se obtuvieron los resultados esperados de que se encuentre en un punto medio en relación con las respuestas de los casos usados de referencia, pero al menos comparados entre los resultados, no hay una diferencia drástica como para no considerarlos como esperables, manteniendo la misma lógica de que estos presentan una subestimación para el ancho y una sobre estimación en el largo. Respecto al caso G, cual cuanta con solo una modificación del caso F, esta presenta resultados muy similares respecto a las dimensiones que no se alteraron, mientras que, en los resultados del ancho, se presentó un mejor desempeño con solo una ligera subestimación. Para el último caso, mientras que se utiliza la dimensión la longitud del ancho del caso F, para el largo de este, presenta una ligera diferencia, mientras que en el ancho del caso H, llega a contar con una subestimación del 10%.

En relación con la percepción de la geometría espacial, fue consistente la apreciación tanto para los casos cuadrados y los no cuadrados, para el primero, no presentó un porcentaje mayor al del caso B (Caso con dimensión más grande), manteniéndose ligeramente por debajo de este, viéndose que el acierto de este no va a verse tan lejano al límite de 50% para el peor de los casos. Por otra parte, tanto para el caso G y H, cuales presentaban una proporción entre sus dimensiones mayor al resto, contó con una mayor cantidad de errores, y a su vez, teniendo la misma proporción, presentan el mismo porcentaje de error.

Tabla 7 Tabla comparativa de las medias de los resultados para las dimensiones y las medidas reales de todos los casos. (Elaboración Propia)

Casos	Promedio % Desviación			Real		
	Ancho	Largo	Alto	Ancho.	Largo.	Alto.
Caso A	-5,47%	3,18%	-5,04%	3,2	3,2	2,55
Caso B	-3,84%	6,26%	-0,34%	5,5	5,5	3,25
Caso C	-12,13%	3,85%	7,34%	3,2	5,5	3,95
Caso D	-11,86%	-1,95%	-2,38%	2,5	5,5	2,55
Caso E	-2,22%	-3,53%	7,12%	2,5	3,2	3,25
Caso F	-8,31%	2,21%	-3,53%	4,3	4,3	2,7
Caso G	-2,63%	2,60%	-2,01%	3,8	4,3	2,7
Caso H	-10,43%	-4,57%	0,26%	3,3	3,8	2,7

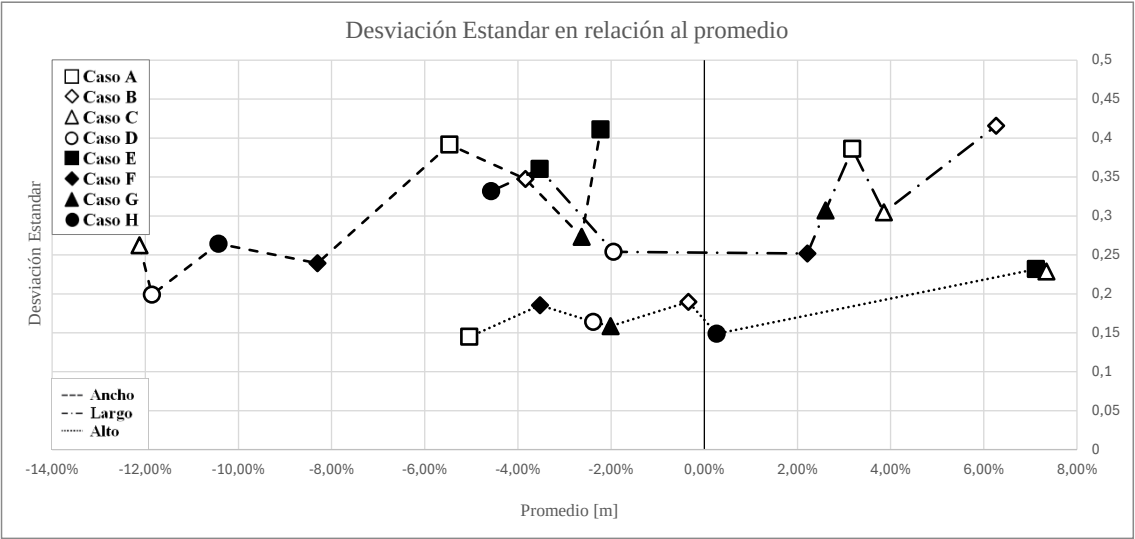


Ilustración 35 Grafica comparativa de la media y desviación estándar por dimensión entre casos de las respuestas de personas ajenas a la carrera de Arquitectura de la primera parte complementada por la segunda. (Elaboración propia)

Tabla 8 Tabla que muestra la cantidad sobre la percepción de la geometría espacial de los casos (Elaboración Propia)

	Cuadrados	No Cuadrados	Totales	% Fallos	Prop Caso	M2
Casos Cuadrados						
Caso A	28	17	45	37,8%	1	10,24
Caso B	22	23	45	51,1%	1	30,25
Caso F	21	21	42	50,0%	1	18,49
Casos No Cuadrados						
Caso C	0	44	44	0,0%	0,58	17,6
Caso D	0	45	45	0,0%	0,45	13,75
Caso E	7	36	43	16,3%	0,78	8
Caso G	11	31	42	26,2%	0,88	16,34
Caso H	11	31	42	26,2%	0,87	12,54

Discusión

Los resultados muestran diferencias en la percepción de ciertos casos. Es común que el ancho se subestime, mientras que el largo se sobreestime, generalmente con diferencias menores al 10%, excepto en algunos casos donde la subestimación del ancho supera este valor. En contraste, la altura es la dimensión con mayor consistencia entre los datos.

Aunque se observan patrones coherentes en algunos casos, como entre los casos F y G, donde una reducción del ancho mejora el desempeño, esto no es aplicable a todos los casos. Por ejemplo, en los casos B y C, se presenta un efecto opuesto, con un empeoramiento en el desempeño realizando el mismo tipo de alteración. Sin embargo, al comparar los casos A y C, y D y E, se observa que, al mantener constante el ancho y

aumentar el largo, la percepción de la primera se ve notablemente alterada incrementando la subestimación de esta.

Agregar también la presencia del patrón recurrente en la que la desviación estándar es mayor cuando el promedio de esta se encuentra cercana a los valores positivos de la gráfica como en la primera parte. De forma similar, se presenta la misma una misma diferencia entre los resultados de las personas pertenecientes a la carrera de arquitectura, siendo en este caso una situación interesante y particular, debido a que al ser estos pertenecientes a un área en la que se enfoca en el trabajo del espacio y que cuenten con un desempeño peor al de una persona que no es parte de la disciplina se vuelven en un conflicto entre sus conocimientos y sus capacidades, llegando a poder verse reflejado en el desempeño de sus trabajos futuros.

Finalmente, uno de los hallazgos más relevantes de esta parte de la investigación es la anomalía relacionada con la percepción de la geometría espacial, en la que las personas tienen dificultades para interpretar si un espacio cuenta con una misma dimensión entre los muros y la superficie habitable es o no cuadrada, viéndose la proporción de sus dimensiones el factor principal para influenciar esta anomalía.

Tercera Parte

Con los resultados de las habitaciones neutras como base comparativa, es necesario repetir el proceso con las habitaciones alteradas para ver cómo varía el desempeño de las personas a partir de los resultados obtenidos en el mismo procedimiento.

Diseño de la experiencia

Para esta parte, se utilizaron 4 de los 8 casos previamente realizados, seleccionados por ser aquellos en los que los participantes tuvieron el mejor desempeño en términos de nivel de respuestas. Estos casos fueron los B, E, F y G, los cuales sirvieron como base para generar 8 casos alterados mediante 2 variantes de 4 decisiones de diseño.

El primero de los cambios consistió en el uso de un patrón de franjas, elegido debido a que ya había sido estudiado previamente (von Castell et al., 2020). Fueron usados los patrones de franjas horizontales en una baja y alta densidad en los costados largos de la habitación, siendo utilizado tanto para el caso B y F.

El segundo aspecto fue sobre las dimensiones de los vanos, incorporando una puerta y ventana en dos de las habitaciones. presentando una versión en la que los vanos cuentan con dimensiones convencionales y otra con las dimensiones sobredimensionadas, usándose en los casos B y G para ello.

El tercero se diseñó mediante la adición de remates en las paredes, siendo estos la implementación de esquinas curvadas en un caso, y la implementación de “pilares falsos” para los casos E y F.

Finalmente, se implementaron luces LED dinámicas en las esquinas de los casos, con dos tipos de velocidades, en los casos E y G. Este diseño buscaba evaluar la influencia de una tendencia actual, sobre inclusión de luces RGB en habitaciones. Esta implementación de iluminación dinámica es una que se utiliza en múltiples escenarios futuristas, volviéndolo un aspecto a especular como diseño a futuro, dándole un valor agregado a su investigación según la ciencia del diseño especulativo.

Tabla 9 Tabla de dimensiones de los casos utilizados, que caso se utilizado anteriormente y el factor de diseño empleado (Elaboración Propia)

	Real				
Casos Actual	Ancho.	Largo.	Alto.	Caso Usado	Factor de Diseño
Caso A	5,50	5,50	3,25	Caso B	Franjas Altas Densidad
Caso B	2,50	3,20	3,25	Caso E	LED Lento
Caso C	4,30	4,30	2,70	Caso F	Pilares
Caso D	3,80	4,30	2,70	Caso G	Vanos Grandes
Caso E	5,50	5,50	3,25	Caso B	Vanos Convencionales
Caso F	2,50	3,20	3,25	Caso E	Esquinas Curvas
Caso G	4,30	4,30	2,70	Caso F	Franjas Baja Densidad
Caso H	3,80	4,30	2,70	Caso G	LED Rapidos

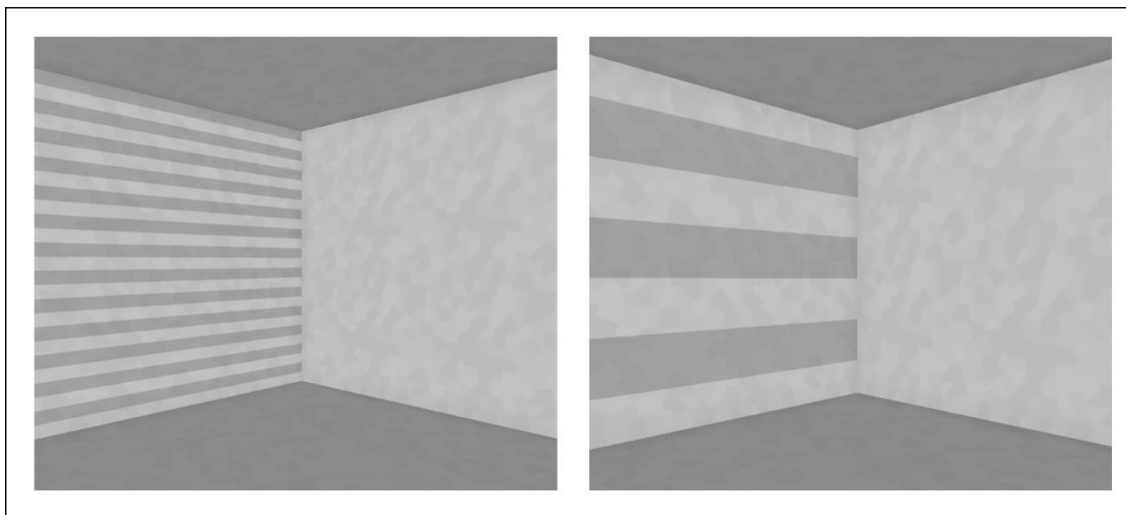


Ilustración 37 Vistas referenciales de los casos A y G con diseño de franjas de alta y baja densidad (Elaboración propia)

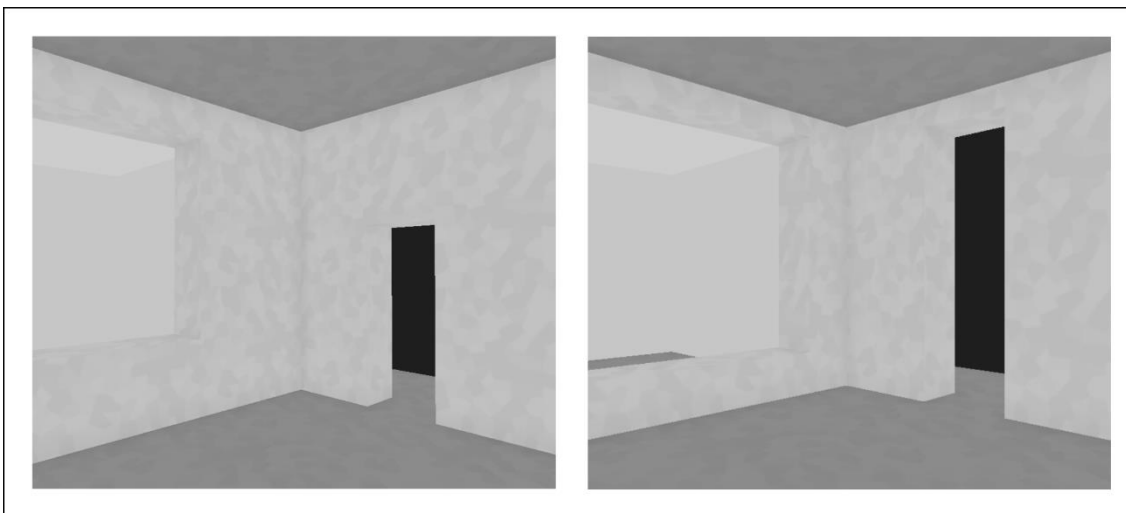


Ilustración 36 Vistas referenciales de los casos D y E con diseño de vanos convencionales y sobredimensionados (Elaboración propia)

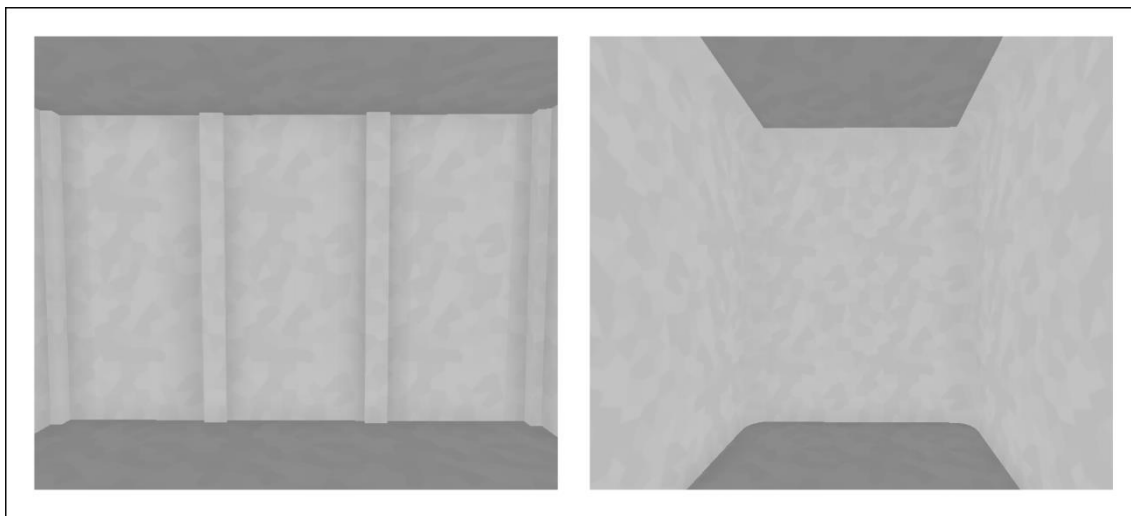


Ilustración 39 Vistas referenciales de los casos C y F con diseño de remate de esquinas curvas y pilares (Elaboración propia)

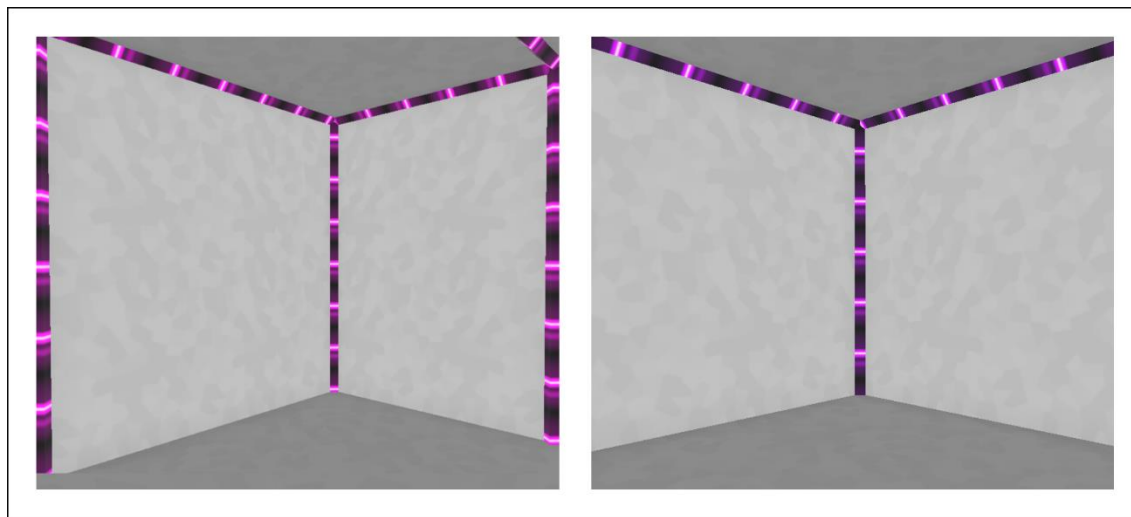


Ilustración 38 Vistas referenciales de los casos B y H con diseño de iluminación LED en 2 velocidades (Elaboración propia)

Respecto al desarrollo de las experiencias, se siguieron las mismas indicaciones de los casos previos y el sistema de avatar. Los participantes debían recorrer 4 de los 8 casos disponibles, con el objetivo de estimar las dimensiones de las habitaciones, las cuales se presentaron aleatoriamente. Al completar las primeras 4 habitaciones, tenían la opción de continuar con las restantes. Aunque el orden de las habitaciones era aleatorio, se cumplían dos condiciones: no repetir consecutivamente dos habitaciones con la misma medida y no presentar dos factores de diseño similares de manera consecutiva (por ejemplo, no pasar de una habitación con franjas de alta densidad a una con franjas de baja densidad).

Resultados

Esta parte de la investigación constó con un total de 48 participantes (4 mujeres y 44 hombres), con edades entre 18 y 25 años (Media = 20.65 años, Desviación estándar = 2.24 años) quienes participaron de manera voluntaria para el experimento. Ellos fueron informados sobre la finalidad de la investigación y sobre los pasos e instrucciones a seguir.

Dentro de la experiencia, se les fue preguntada la siguiente información:

- Edad
- Altura
- Sexo
- A que disciplina corresponde (en qué carrera universitaria se encuentra)
- Años dentro de la carrera.

Los resultados muestran una consistencia con los hallazgos anteriores, donde la dimensión del ancho tiende a estar subestimada en mayor medida, en contraste con la del largo, que presenta una inclinación hacia la sobredimensión.

Tabla 10 Tabla comparativa de la media de las desviaciones obtenidas entre los casos neutros y los casos alterados junto a la diferencia entre ambos resultados. (Elaboración Propia)

Casos	Promedio % Desviación Actual			Diferencia Desempeño			Promedio % Desviación Neutra		
	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto
Caso A	-9,03%	-6,22%	-1,34%	-5,19%	-12,48%	-1,00%	-3,84%	6,26%	-0,34%
Caso B	-15,48%	-7,96%	-1,04%	-13,26%	-4,43%	-8,16%	-2,22%	-3,53%	7,12%
Caso C	-16,28%	-13,80%	-4,54%	-7,97%	-16,02%	-1,01%	-8,31%	2,21%	-3,53%
Caso D	-7,56%	-0,98%	0,84%	-4,92%	-3,58%	2,85%	-2,63%	2,60%	-2,01%
Caso E	-8,61%	1,33%	-3,79%	-4,77%	-4,93%	-3,45%	-3,84%	6,26%	-0,34%
Caso F	-9,42%	-3,58%	5,41%	-7,20%	-0,05%	-1,71%	-2,22%	-3,53%	7,12%
Caso G	-1,73%	-0,49%	-5,73%	6,58%	-2,70%	-2,21%	-8,31%	2,21%	-3,53%
Caso H	-3,01%	5,25%	-5,97%	-0,38%	2,65%	-3,96%	-2,63%	2,60%	-2,01%

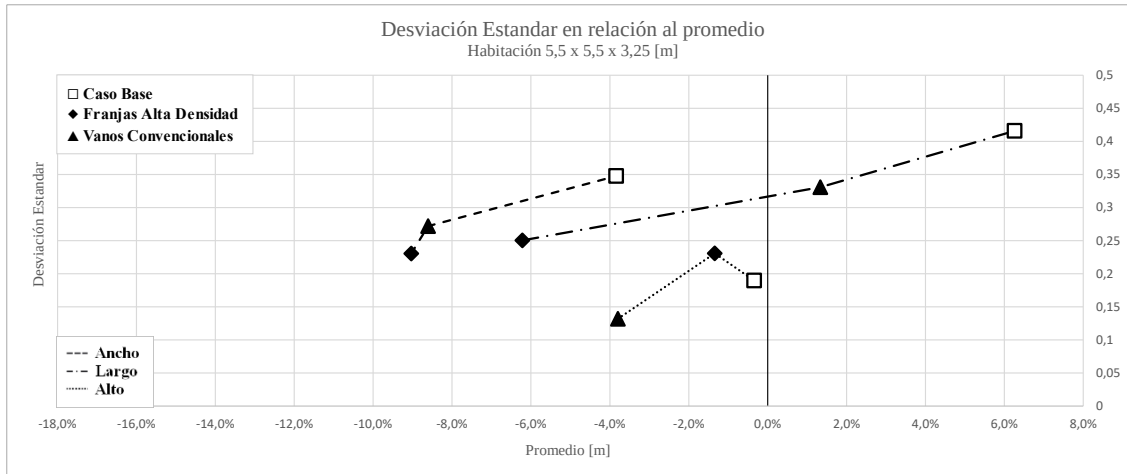


Ilustración 40 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio sobre el anterior caso B y los casos alterados de este (Elaboración Propia)

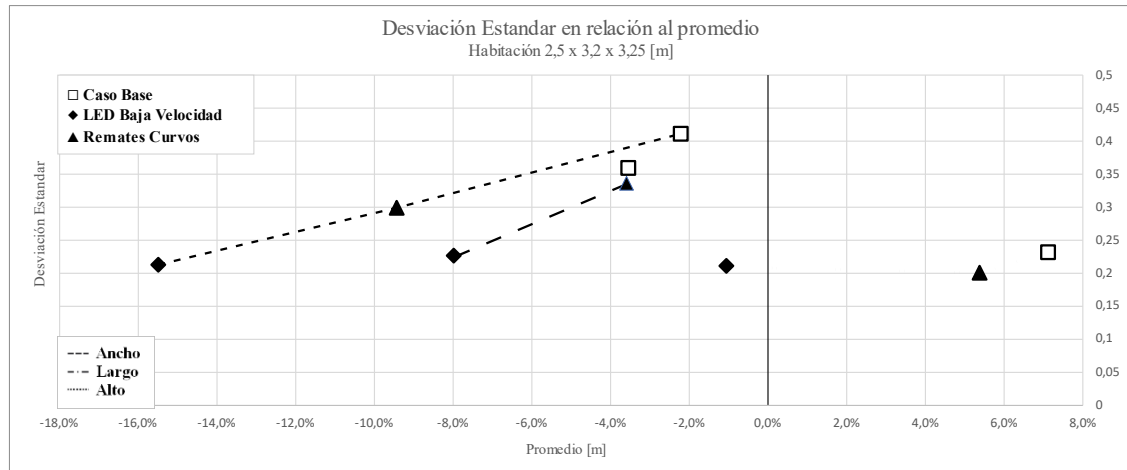


Ilustración 41 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio sobre el anterior caso E y los casos alterados de este (Elaboración Propia)

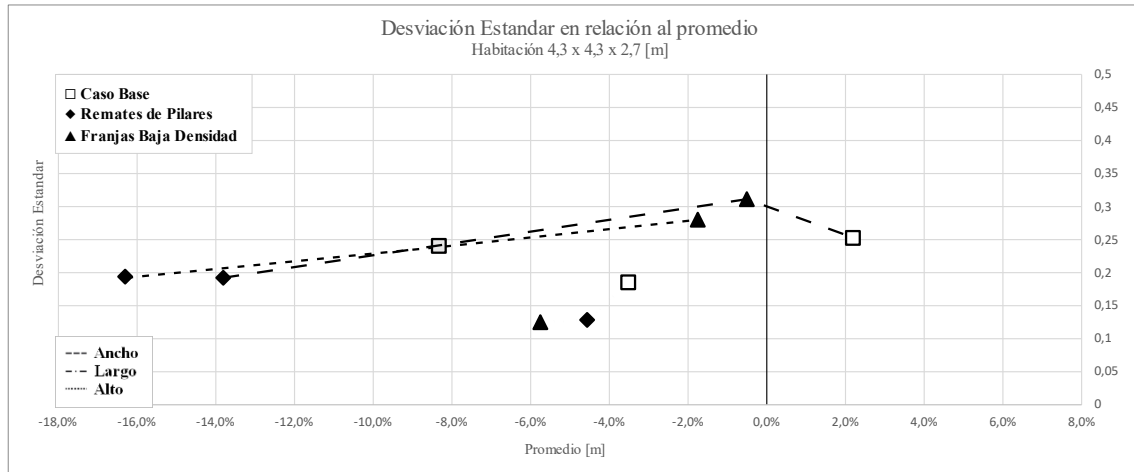


Ilustración 42 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio sobre el anterior caso F y los casos alterados de este (Elaboración Propia)

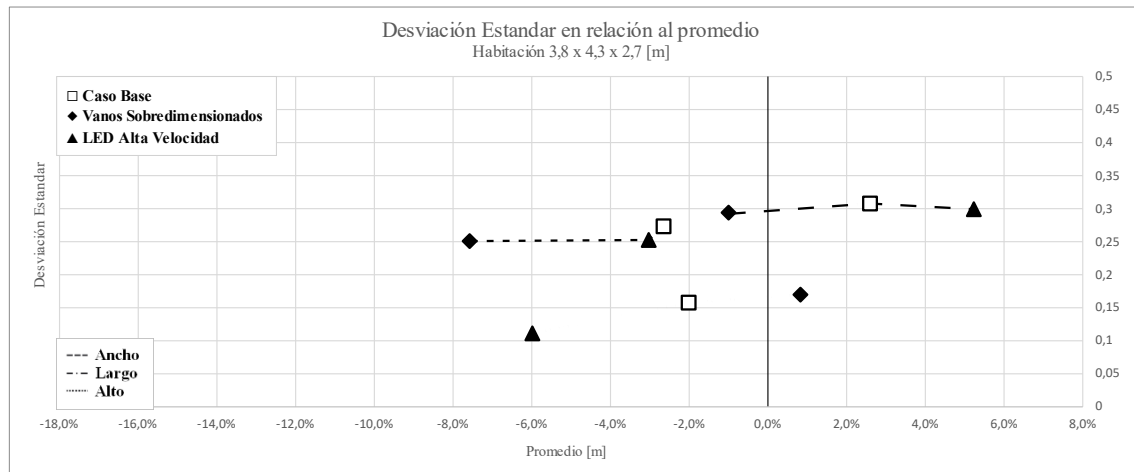


Ilustración 43 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio sobre el anterior caso G y los casos alterados de este (Elaboración Propia)

En los resultados generales de esta sección, se identifica como un factor influyente en la estimación espacial cuando la diferencia entre el caso alterado y el caso base supera un 8%. Este umbral se determina a partir del intervalo de confianza general para cada dimensión, con un nivel de confiabilidad del 95%. Como se observa en la tabla XX, hay tres casos en los que las modificaciones exceden este valor en al menos una de las dimensiones evaluadas.

De igual manera, puede considerarse un cuarto caso que resalta por presentar una diferencia significativa en comparación con los demás. Mientras que en la mayoría de las dimensiones se evidencia un leve incremento en la tendencia hacia la subestimación, el caso G destaca al ser el único que demostró una reducción considerable en la subestimación previamente registrada, marcando un contraste notable con el resto.

En cuanto a la desviación y la variedad de las respuestas, no se identifican diferencias relevantes respecto a los resultados previos. La correlación observada persiste, mostrando un aumento en la desviación a medida que la media se desplaza hacia valores positivos en el gráfico.

Los resultados muestran diferencias significativas entre los patrones de franjas de alta y baja densidad. El diseño de alta densidad incrementó la subestimación de la dimensión del muro alterado, haciendo que se percibiera más pequeño de lo que realmente es. Por otro lado, el diseño de baja densidad obtuvo el mejor desempeño, reduciendo la subestimación observada en el caso original y ampliando la percepción de la dimensión adyacente.

El segundo caso que presentó notables diferencias fue la implementación de la iluminación LED dinámica, este es un caso interesante en relación con sus resultados, ya que la alteración se vio alterada exclusivamente para el caso en el que la velocidad de la iluminación LED fue lenta, volviéndose este el factor determinante para el diseño de este espacio.

Por último, la implementación del remate de pilares en los muros de la habitación resultó ser el caso con mayor subestimación entre todos los anteriores. Aunque tiene el peor desempeño en términos generales, muestra una mejora significativa en la percepción de la geometría espacial, reduciendo considerablemente el porcentaje de fallos al identificar si la habitación era cuadrada o no. Este efecto podría estar relacionado con las diferencias en las proporciones del largo y el ancho, ya que las variaciones entre los pilares en muros continuos hacen más evidente si las dimensiones son iguales o desiguales. Del mismo modo, en los casos opuestos, donde las dimensiones de los muros tienen diferencias más marcadas, estas permiten que los usuarios las interpreten como distintas, facilitando la percepción de las proporciones espaciales. Estas diferencias, aunque sutiles, parecen jugar un papel clave en cómo se percibe la geometría de la habitación, influenciando tanto la precisión como la interpretación del espacio.

Tabla 11 Tabla que muestra la cantidad sobre la percepción de la geometría espacial de los 8 casos alterados
(Elaboración Propia)

	Cuadrados	No Cuadrados	Totales	% Fallos	Prop Caso	M2
Casos Cuadrados						
Caso A	14	17	31	54,8%	1,00	30,25
Caso C	25	6	31	19,4%	1,00	18,49
Caso E	10	21	31	67,7%	1,00	30,25
Caso G	11	20	31	64,5%	1,00	18,49
Casos No Cuadrados						
Caso B	3	28	31	9,7%	0,78	8,00
Caso D	4	27	31	12,9%	0,88	16,34
Caso F	4	27	31	12,9%	0,78	8,00
Caso H	7	24	31	22,6%	0,88	16,34

Discusión

Los hallazgos sugieren que ciertas decisiones de diseño influyen en la percepción espacial, aunque en algunos factores, como las dimensiones de los vanos, no se observa una alteración significativa. Esto resalta la importancia de los casos donde la percepción sí se modifica de forma clara. Sin embargo, estos resultados no deben considerarse definitivos, ya que solo se evaluaron algunos factores dentro de un espectro más amplio de variables. Un ejemplo es el uso de patrones de franjas: al compararlo con la investigación de von Castell (2020), que evaluó variables como el contraste, la dirección y la densidad de las franjas, se observan inconsistencias entre los resultados. Esto sugiere que el nivel de interactividad y habitabilidad en los entornos estudiados es un factor clave,

lo que invita a reevaluar y profundizar en estos aspectos para comprender mejor cómo las decisiones de diseño influyen en la percepción del espacio.

Dentro del resto de aspectos evaluados, y siguiendo la lógica de lo antes comentado, los aspectos como lo fue el uso de remates con diseño de pilares y el uso de iluminación LED dinámica nos permite analizar estos aspectos de formas distintas, el primero, al ser solo un único caso de este tipo de diseño, hay muchas más variaciones de esta que se pueden considerar por el impacto de sus resultados, siendo su atractivo para la continuación en la investigación de este aspecto. Por otro lado, factor de la iluminación dinámica presento influencia en solo uno de los 2 casos en que se presenta, siendo este en el que se presenta una menor velocidad de este. Esto nos permite considerar la posibilidad de casos que en primera instancia no generan una alteración visible en los resultados, considerando así que se debe de evaluar de un único factor, múltiples variaciones para no descartar oportunidades ocultas.

Cuarta Parte

Como proceso final, se realizó una comparativa entre una sala real y su réplica virtual para evaluar diferencias en el desempeño de los participantes y determinar la viabilidad de la realidad virtual como herramienta de simulación en estudios de percepción espacial. Este análisis también buscó profundizar en la anomalía detectada en los resultados de los estudiantes de arquitectura.

El experimento se llevó a cabo en la sala A2 del edificio A de la Universidad Técnica Federico Santa María, un espacio multiuso configurable mediante paneles móviles. Se eligió esta sala por su proximidad a puntos de interés dentro de la universidad, su geometría rectangular sencilla, y por no tener una disposición tipo auditorio, lo que facilitó la realización de pruebas comparativas. La sala mide 6,75 metros de ancho, 8,15 metros de largo y 3,6 metros de altura, siendo ligeramente más grande que las habitaciones evaluadas en etapas anteriores.

Para garantizar la consistencia entre ambos entornos, se diseñó un modelo virtual que replicara fielmente las dimensiones y características de la sala real. Este modelo fue implementado en el sistema de realidad virtual utilizado previamente, como se ilustra en las imágenes 44. De este modo, fue posible comparar las percepciones espaciales y el desempeño de los participantes bajo condiciones similares en ambos entornos.

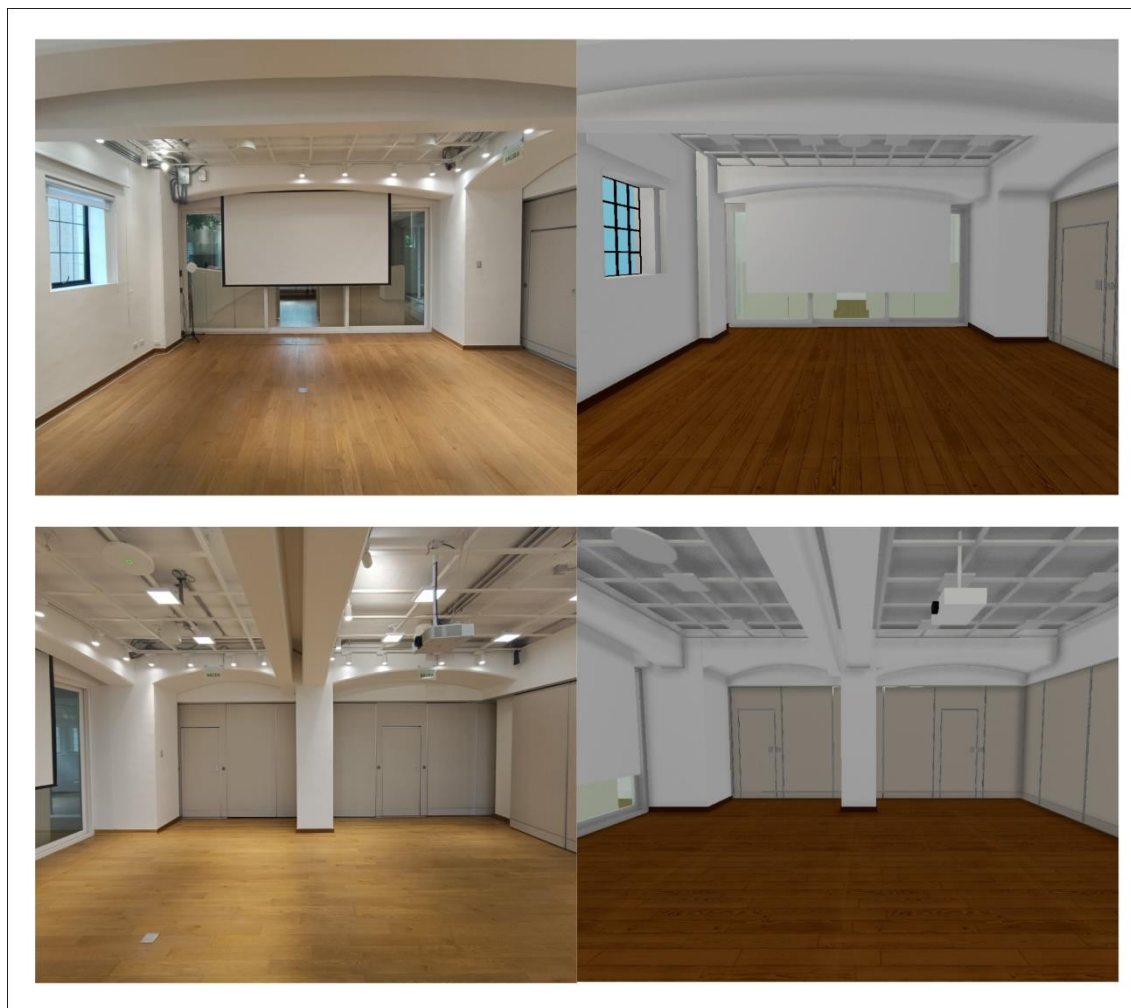


Ilustración 44 Imagen comparativa de 2 costados de la habitación y su homólogo virtual (Elaboración propia)

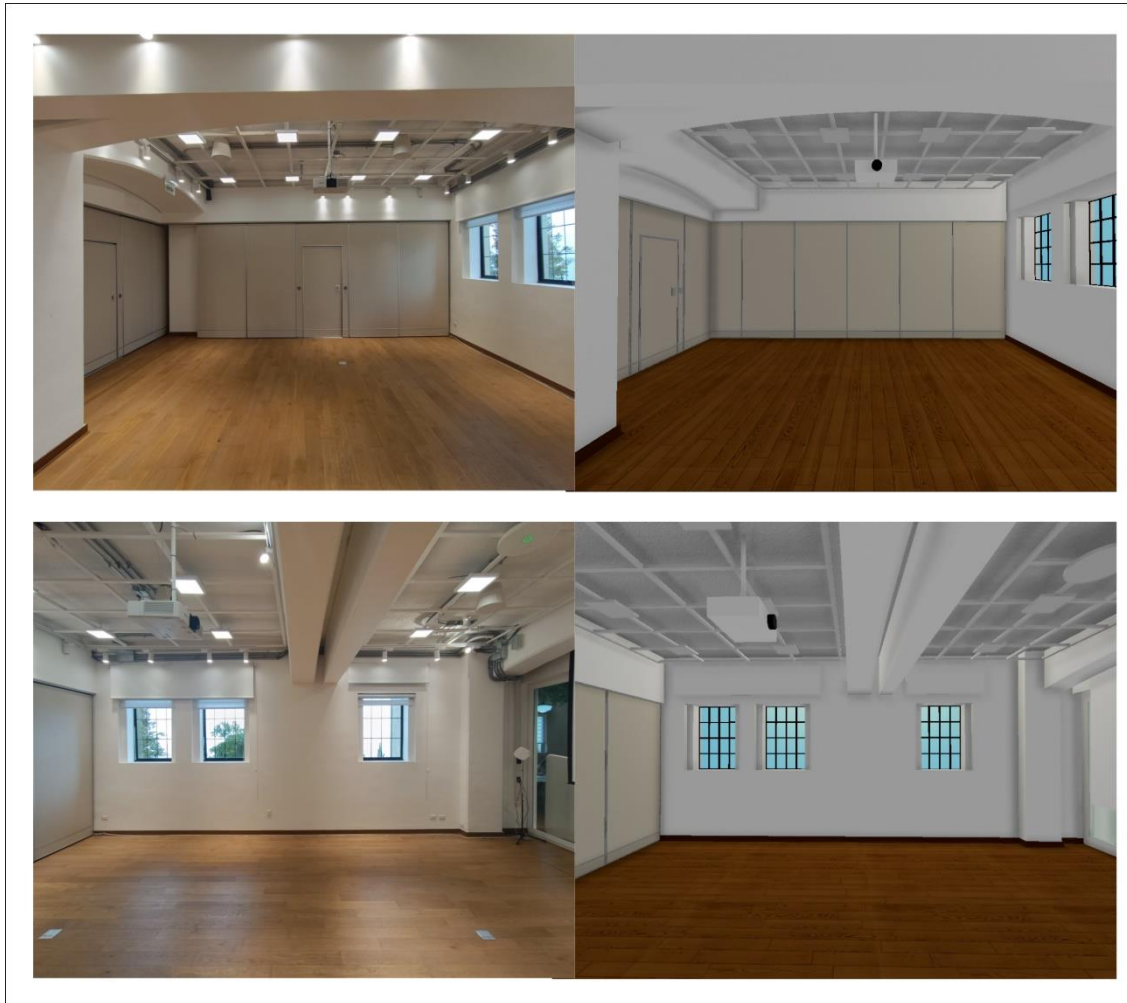


Ilustración 45 Imagen comparativa de 2 costados de la habitación y su homólogo virtual (Elaboración propia)

Como complemento a esta etapa, se incluyó una variante experimental en la que se aplicaron patrones de franjas a la habitación virtual, utilizando uno de los factores previamente evaluados en la tercera etapa de la investigación. En este caso, los patrones de franjas se implementaron tanto en las dimensiones del largo como del ancho de la habitación, con el propósito de maximizar su influencia y hacer que el espacio se percibiera más reducido de lo que realmente era. Este diseño buscaba comprobar si el efecto perceptivo observado en simulaciones previas podía reproducirse en un entorno virtual inspirado en un caso real.

Los casos virtuales fueron realizados en sectores dentro de la universidad, el primero fue en la sala A3 del Edificio A, el pasillo del segundo piso del edificio A y, por último, la sala D204 del departamento de arquitectura.



Ilustración 46 Caso Virtual de la Sala A2 con franjas de alta densidad (Elaboración Propia)

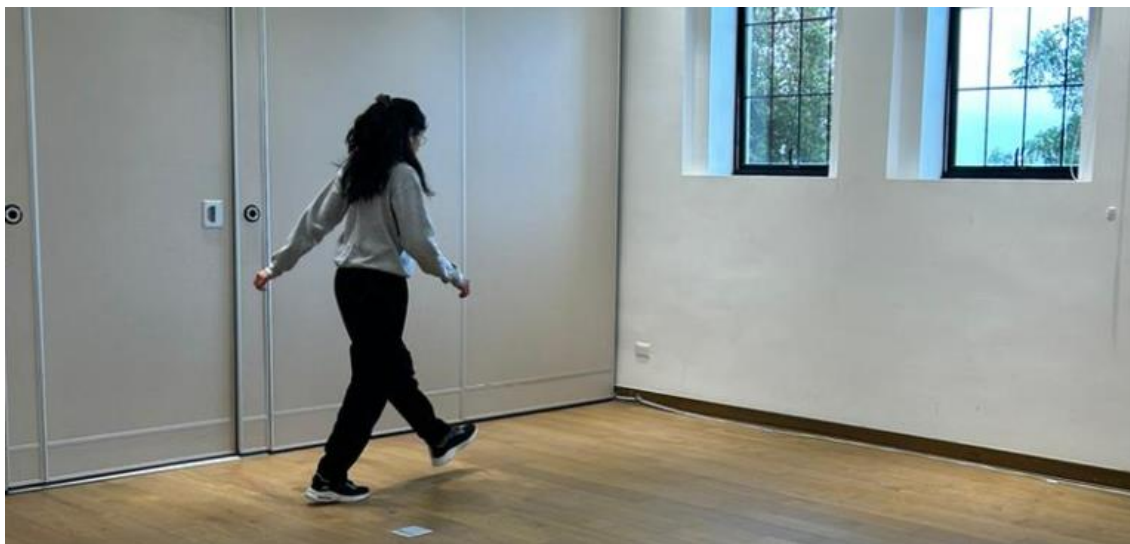


Ilustración 47 Fotografías experiencia habitación Real (Elaboración Propia)



Ilustración 48 Foto experiencia Virtual en el pasillo del segundo piso del edificio A, y en la Sala A4 (Elaboración Propia)



Ilustración 49 Foto experiencia Virtual en la Sala D204 del departamento de arquitectura (Elaboración Propia)

Resultados

Para el caso real contó con un total de 36 participantes (12 mujeres y 28 hombres), con edades entre 18 y 37 años (Media = 22,08 años, Desviación estándar = 1,81 años), de los cuales 14 eran pertenecientes al área de la arquitectura. Todos participaron de manera voluntaria para el experimento. Ellos fueron informados sobre la finalidad de la investigación y sobre los pasos e instrucciones a seguir.

Para el caso virtual, contó con un total de 40 participantes (6 mujeres y 30 hombres), con edades entre 18 y 53 años (Media = 21,9 años, Desviación estándar = 3., años), de los cuales 20 eran pertenecientes al área de la arquitectura.

Para el caso virtual alterado, contó con un total de 15 participantes (4 mujeres y 11 hombres), con edades entre 18 y 22 años (Media = 20,06 años, Desviación estándar = 1,22 años), todos pertenecientes a carreras ajenas a arquitectura.

Todos participaron de manera voluntaria para el experimento. Ellos fueron informados sobre la finalidad de la investigación y sobre los pasos e instrucciones a seguir.

Dentro de la experiencia, se les fue preguntada la siguiente información:

- Edad
- Altura
- Sexo
- A que disciplina corresponde (en qué carrera universitaria se encuentra)
- Años dentro de la carrera.

Los datos obtenidos de las tres experiencias permiten analizar las medias de las respuestas para determinar si se mantiene la tendencia observada en las etapas anteriores de esta investigación. Tanto en los casos reales como en los virtuales, se identificó una subestimación recurrente en las respuestas de los participantes vinculados al área de arquitectura, lo que refuerza las conclusiones previas sobre el impacto de esta variable.

Tabla 12 Tabla de las medias de la desviación de las respuestas obtenidas en cada caso (Elaboración Propia)

Dimension	Caso Real		Caso Virtual		Caso Virtual Alterado
	Arquitectura	Otros	Arquitectura	Otros	Otros
Ancho	-12,17%	-2,42%	-15,56%	-7,70%	-16,05%
Largo	-8,94%	6,11%	-12,15%	-0,37%	-5,85%
Alto	-3,57%	8,71%	-9,03%	-7,50%	4,91%

En el caso virtual alterado, aunque también se presenta un efecto de subestimación, este es menos pronunciado en comparación con la experiencia realizada en la etapa anterior. Esta diferencia puede surgir de una variedad de factores, que la intensidad del efecto puede depender no solo de la naturaleza de la simulación, sino también de las características ya presentes en el diseño, o que también, esta puede variar despendiendo de las propias dimensiones del espacio en el que se aplica.

En cuanto a la variedad y desviación de las respuestas, los resultados presentan una diferencia notable en comparación con las etapas anteriores. En esta fase, la variación es mínima entre los casos, llegando al punto de mostrar una tendencia opuesta a la registrada previamente, aquí, la desviación de las respuestas se reduce ligeramente al lado positivo de la gráfica.

Particularmente, la dimensión de la altura destaca por su consistencia. En investigaciones anteriores, esta dimensión ya había mostrado la menor variación tanto en el promedio como en la dispersión de las respuestas. Sin embargo, en esta etapa, se consolida como la dimensión con menor inconsistencia general, lo que indica las condiciones de esta experiencia, presentaron una diferencia considerable.

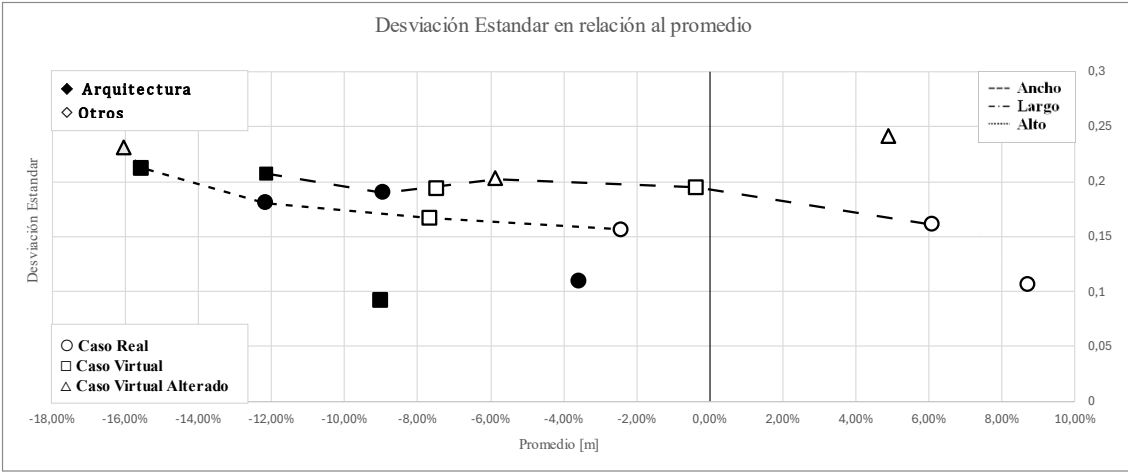


Ilustración 50 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio comparando los casos evaluados y diferenciación entre los resultados entre participantes pertenecientes a la carrera de arquitectura y el resto. (Elaboración Propia)

Analizando también los resultados sobre la percepción de la geometría espacial para los 3 casos presentes, en este se presentó un mejor desempeño en relación con la proporción de las dimensiones de la habitación utilizada. Analizándolo con el mismo razonamiento utilizado en la tercera parte, es consistente con la idea de que esto esté relacionado con presentar mayores diferencias entre ambas dimensiones, ya que, comparado con los otros casos, aquí se presenta una mayor variedad de elementos en la composición de la sala.

Tabla 13 Tabla que muestra la cantidad sobre la percepción de la geometría espacial de los 3 casos de esta parte (Elaboración Propia)

	Cuadrados	No Cuadrados	Totales	% Fallos	Prop Caso	M2
Caso Real	2	34	36	5,6%	0,83	55,0
Caso Virtual	1	39	40	2,5%	0,83	55,0
Caso Virtual Alterado	1	14	15	6,7%	0,83	55,0

Discusión

El estudio realizado demuestra un avance importante en la comprensión de la percepción espacial a través de entornos virtuales y su comparación con espacios reales. La metodología, basada en la replicación precisa de un espacio físico en un modelo virtual, permitió evaluar si las tendencias observadas en las simulaciones mediante realidad virtual se mantienen en el mundo real, respaldando así la viabilidad de este método de uso de la realidad virtual como herramienta para este tipo de investigaciones.

La inclusión de patrones de franjas en el entorno virtual alterado fue una estrategia efectiva para explorar cómo elementos visuales específicos pueden modificar la percepción espacial mediante una investigación previa y ajena al caso de aplicación final. Aunque estos patrones generaron un efecto de reducción percibida del espacio, su impacto fue menor que en estudios previos, lo que indica que la influencia de estos factores puede estar mediada por la configuración particular del espacio real utilizado cual no coincidía completamente con la simulación previa. Este hallazgo resalta la importancia de investigar con mayor profundidad cómo se relacionan los elementos de diseño visual con la percepción espacial, especialmente en contextos virtuales que buscan replicar la experiencia de espacios reales.

En comparación con los casos anteriores, esta etapa presenta un tamaño de muestra significativamente menor, lo que reduce el nivel de confianza estadística de los resultados. Aunque estos son congruentes con los hallazgos previos, la limitación en la población analizada afecta su fiabilidad general. Esto resalta la necesidad de interpretarlos con cautela, dado que las conclusiones podrían ser más sensibles a variaciones individuales en los datos.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación subrayan cómo, en el diseño arquitectónico, tanto la morfología como las características específicas de un espacio pueden influir significativamente en la percepción espacial de las personas. Aunque la realidad virtual no reproduce completamente la experiencia del mundo real, ofrece un entorno controlado y versátil para analizar diversos factores con mayor detalle y accesibilidad. Esta herramienta permite simular situaciones complejas que serían difíciles de replicar en entornos físicos, convirtiéndose en una opción valiosa para investigaciones preliminares.

A futuro, el desarrollo de tecnologías más avanzadas, como sistemas hápticos y mejoras en términos de fidelidad gráfica y funcionales, tiene el potencial de cerrar la brecha entre las experiencias virtuales y reales. Esto no solo aumentaría la precisión de las percepciones simuladas, sino que también enriquecería el diseño arquitectónico al proporcionar herramientas más completas para evaluar cómo las decisiones de diseño afectan al usuario final.

Por parte de comentario de ciertos participantes, hubo un grupo reducido que al finalizar la experiencia comentaba un ligero nivel de cansancio visual por el uso de los visores, a pesar de esto, por lo general, se presentó una respuesta positiva a este tipo de herramienta y su uso con fines investigativos, a la vez que comentaban un alto nivel de inmersión y fidelidad a la realidad.

Respecto a la variabilidad en la interpretación de conceptos subjetivos, aunque este enfoque aporta una perspectiva más humana y emocional al diseño arquitectónico, también dificulta su definición precisa. Esto lo convierte en un aspecto arbitrario que complica la validación de su aplicación en la práctica actual. Tal como se evidenció en la primera parte de esta investigación, un mismo concepto evaluado bajo ligeras alteraciones generó respuestas considerablemente diversas. Además, estas variaciones no dependían exclusivamente del entorno evaluado, sino también de características individuales, como el sexo de los participantes o su disciplina profesional. Esto dificulta establecer marcos sólidos para interpretar y aplicar estos conceptos en las diversas finalidades del diseño arquitectónico.

Esta arbitrariedad complica particularmente la validación mediante métodos comparativos, ya que las percepciones individuales no son consistentes ni predecibles bajo un mismo escenario. La falta de uniformidad en las respuestas impide generar patrones claros que permitan evaluar de manera objetiva la eficacia de un diseño específico. Esto es especialmente relevante porque, sin una base comparativa sólida, resulta complejo determinar si un diseño cumple con las expectativas o necesidades del usuario, lo que limita su capacidad de optimizar la experiencia espacial de manera universal.

No obstante, esta variabilidad no debe ser vista únicamente como una limitación, sino como una oportunidad para profundizar en cómo las personas perciben y experimentan el espacio. Al integrarse con enfoques cualitativos, permite explorar las complejas interacciones entre diseño, percepción y contexto personal, yendo más allá de medidas

físicas exactas. En esta investigación, el análisis de la percepción subjetiva ayudó a identificar patrones importantes, como el nivel de variación en las respuestas y su relación con las condiciones específicas de cada caso, aportando valiosos aprendizajes para el diseño arquitectónico.

Respecto a los resultados obtenidos de la segunda y tercera etapa refuerzan la noción de que la percepción de las personas puede ser alterada y llegar a ser predecible. En estas, se puede establecer que la percepción de un espacio mantiene un patrón en relación en cada dimensión de esta, mientras la altura presenta la mayor consistencia de los resultados con mayor precisión y exactitud, el ancho de estos se percibe menor en comparación al largo, y este último, por lo general se ve sobredimensionado

Un hallazgo consistente con la primera etapa de la investigación es la correlación positiva entre la media de los resultados y la desviación de las respuestas. A medida que las respuestas presentan un valor mayor, incrementa la variedad y dispersión de las respuestas dentro del mismo aspecto. Esto puede deberse a que los efectos de las decisiones de diseño no afectan a las personas de misma forma ni de misma medida.

Otro resultado presente de estas partes es la capacidad de las personas para percibir la geometría espacial, se presentó una anomalía en la que las personas no eran capaces de distinguir si la habitación constaba con una superficie cuadrada. En esta, para los casos cuadrados, se puede establecer que la probabilidad en la que estas no se perciban como son está relacionado con el metraje de la superficie, aumentando la probabilidad mientras esta sea mayor, viéndose limitada hasta un 50~60%. Para los casos en los que no son

cuadrados, aumenta la probabilidad mientras más semejantes sea el largo al ancho, siendo la proporción entre estas medidas de un 0.78 cuando empieza a presenciarse. Esta lógica se aplica cuando las habitaciones no cuentan con elementos notables y son habitaciones vacías, ya que mediante los factores probados, se presenció una alteración a esta lógica, en la que los casos que presentan diferencias notables entre los muros, como lo fue el uso de los patrones de franjas, menor fue la cantidad de fallos, permitiéndonos concluir que estas diferencias, provoca que las personas encuentren menos similitudes, y sea menos probable que digan que sean la misma medida, Y el caso opuesto en el que los muros cuentan con los mismos elementos,

De los 8 casos de factores probados, podemos definir 3 formas y cualidades de las que estas pueden llegar a alterar la percepción de los individuos. El primero, establecido por los casos con variedad de densidad de franjas, que, mediante una característica del factor, puede llegar a influenciar la percepción en distintas medidas, como lo fue el caso de alta densidad que aumento la sobrestimación del muro alterado, y el caso de baja densidad, principalmente reduciendo la subestimación del lado no alterado.

El segundo caso, fue el de uso de iluminación led dinámica, en esta, a diferencia del caso anterior, el que presento una menor velocidad, presento una considerable alteración en la percepción principalmente del ancho del caso incrementando la subestimación de esta, y en menor medida la subestimación de la altura, esto establece que hay factores que pueden no presentar alguna alteración en alguna de sus condiciones presentes, como lo fue la variante con una mayor velocidad.

Para el tercer caso, el que presento remates de pilares en los muros, aparte de presentar un considerable aumento en la subestimación tanto para el ancho y el largo, fue el caso que reflejó la influencia en la percepción de la geometría espacial y la capacidad de las personas de distinguir si una habitación es cuadrada o no.

La última etapa de la investigación cierra el ciclo al poner a prueba las fases previas, validando la viabilidad del método empleado y corroborando parte de los resultados obtenidos. Además, permite evaluar cómo estos hallazgos se reflejan y aplican en un caso real, consolidando la conexión entre el marco teórico y la práctica arquitectónica.

Por último, uno de los descubrimientos más relevantes ajenos a los objetivos principales fue la anomalía presentada por quienes eran parte de la carrera de arquitectura, estos, quienes se encuentran presentes en una disciplina que se enfoca en el trabajo, manejo y estudio del espacio, cuentan con un desempeño peor al esperado en contraste al resto de los individuos puesto a prueba.

Propuestas Futuras

El enfoque adoptado en esta investigación, al tratarse de un campo relativamente nuevo, ha abierto más posibilidades de investigación dentro de esta que propios resultados para continuar explorando las dinámicas entre diseño especulativo, la percepción espacial y la neuro arquitectura. A partir de los hallazgos obtenidos, se pudo seguir una variedad de líneas de desarrollo.

Ampliación de los factores experimentales

Los factores explorados en esta investigación es solo un puñado de arena de todo un desierto de posibilidades que pueden alterar a la percepción espacial, se puede profundizar en más variaciones de los que fueron utilizados para poder mejorar nuestro entendimiento de estos, o probar con elementos nuevos y expandir el universo de factores que se puedan evaluar para el diseño arquitectónico.

Esto no debe de cerrarse exclusivamente a elementos de diseños presentes en la realidad, mediante el uso de la realidad virtual y tecnologías similares, podemos explorar una mayor variedad de factores fuera de nuestras capacidades y limitaciones de la vida real mediante simulaciones, abriéndonos un sinfín de posibilidades fuera de lo ordinario como lo serían elementos de futuros especulativos, abriéndonos las puertas a investigaciones que nos permitan adelantarnos al futuro.

Enfoque a los resultados obtenidos por los participantes dentro del área de la Arquitectura

En más de un resultado se presenció una diferencia notable por parte de quienes estaban involucrados con la carrera de arquitectura y no por presentar el mejor resultado, esto claramente lo vuelve un foco de atención por lo irónico de la situación, ya que quienes en teoría deberían de contar con un mejor desempeño en relación con el trabajo, manejo y entendimiento del espacio, ocurre completamente lo contrario. Si esto que se presenta,

resulta ser algo que se refleja en las capacidades del profesional a futuro, claramente desarrollar más investigaciones al respecto sería un gran aporte a la arquitectura.

Diversificación de la muestra poblacional

Repetir el estudio con una muestra más diversa, ya que en esta instancia el universo estuvo conformado por la comunidad de la Universidad Técnica Federico Santa María, con un foco en estudiantes. Incluir una variedad más amplia de participantes, tanto en términos demográficos como culturales, permitiría obtener resultados más representativos y relevantes para diferentes contextos y poblaciones.

Profundización en los aspectos de la percepción humana

En esta investigación se usaron principalmente tres sentidos para la percepción del espacio: la visión, el sentido háptico y la propiocepción. Este enfoque permite explorar cómo estos sentidos contribuyen a la construcción de la experiencia espacial y abre la puerta a reconsiderar su papel junto con otros sentidos, como la audición. Incorporar la audición, por ejemplo, podría enriquecer la percepción del espacio a través de estímulos sonoros que influyan en la orientación, la escala percibida o incluso la emocionalidad asociada al entorno.

Además, la alteración de estos sentidos plantea oportunidades interesantes, como manipular el campo de visión para simular espacios más amplios o reducidos, cambiando la percepción del tamaño, la distancia o la profundidad del entorno. Este tipo de intervenciones puede ofrecer nuevas perspectivas sobre cómo los sentidos trabajan en conjunto para definir la experiencia espacial y cómo su modificación intencional puede transformar la relación de las personas con su entorno. Exploraciones futuras podrían integrar combinaciones de estímulos multisensoriales para optimizar el diseño de espacios, tanto físicos como virtuales, y mejorar la experiencia perceptual.

Impacto dentro del diseño Arquitectónico

El impacto de esta investigación dentro de la arquitectura es significativo y multifacético. En primer lugar, representa una herramienta innovadora para abordar la creciente escasez de espacio en las viviendas, ofreciendo soluciones que optimizan tanto el uso físico como la percepción de los espacios habitables. Al integrar tecnologías como la realidad virtual y el diseño especulativo, permite explorar estrategias no convencionales para maximizar el confort y la funcionalidad en entornos cada vez más reducidos.

Incluido a esto, trasciende el ámbito residencial al aportar valor en el diseño de experiencias en una amplia variedad de contextos, desde espacios comerciales y culturales hasta instalaciones recreativas y educativas. Esta capacidad para influir en el diseño de experiencias la convierte en un recurso versátil para mejorar la interacción

humano-espacio en múltiples disciplinas. Además, al ser utilizado el medio de la realidad virtual como herramienta, todo esto aplica para a ambos mundos, y una mayor cantidad de instancia, como lo pueden ser los videojuegos y otros tipos de simulaciones.

Y de último y más importante, proporciona a arquitectos y diseñadores una herramienta para comprender mejor no solo los espacios que crean, sino también a las personas que los habitan. Al analizar cómo se perciben y utilizan estos espacios, los profesionales pueden diseñar entornos más empáticos, funcionales y alineados con las necesidades humanas, fortaleciendo la conexión entre el diseño arquitectónico y al usuario.

Impacto dentro de la Arquitectura

La existencia de estas decisiones de diseño abre la posibilidad a nuevas oportunidades de mercado, como lo fue con el desarrollo de mobiliarios dinámicos y compactos. Este tipo de propuestas son las que llaman la atención de múltiples campos, como lo puede ser el sector inmobiliario, donde la percepción visual de las viviendas es un factor clave en los procesos de venta. Ante esta necesidad, es probable que surjan empresas interesadas en opciones que mejoren la amplitud visual percibida, lo que a su vez podría impulsar más investigaciones orientadas a explorar nuevas estrategias y tecnologías para transformar la percepción espacial desde el diseño.

De misma forma, junto a la realidad virtual y la realidad mixta, se abren nuevas posibilidades para intervenir en la percepción del espacio sin necesidad de modificar

físicamente el entorno. Estas tecnologías permiten simular condiciones espaciales alteradas, ampliar visualmente habitaciones reducidas o generar sensaciones de profundidad y amplitud a través de estímulos visuales, auditivos o hápticos. Esto no solo amplía el campo de acción para diseñadores y desarrolladores, sino que también plantea un escenario donde la percepción espacial puede adaptarse según las necesidades del usuario, ofreciendo soluciones personalizadas que combinan lo físico con lo digital para optimizar la experiencia del habitar.

Referencias Bibliográficas

- Ali, A. S. K. (2018). Dynamic furniture design in contemporary house. *International Design Journal*, 8(1), 167-176. <https://doi.org/10.21608/idj.2018.86298>
- Azzazy, S., Ghaffarianhoseini, A., GhaffarianHoseini, A., Naismith, N., & Doborjeh, Z. (2021). A critical review on the impact of built environment on users' measured brain activity. *Architectural Science Review*, 64(4), 319-335. <https://doi.org/10.1080/00038628.2020.1749980>
- Campos, M. P., Basaure, T., & Loyola, M. (2020). Virtual Wayfinding: A Comparison of Orientation and Navigation Behavior in Built and Virtual Environments. *Blucher Design Proceedings*, 528-533. <https://doi.org/10.5151/sigradi2020-73>
- Canepa, S. (2017). Living in a Flexible Space. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 245(5), 052006. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/5/052006>
- Cervera, D. R. C. (1998). *MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL*.
- Coke, C., & Abraham, D. (2024, marzo 5). *Best Budget VR Headset 2024*. IGN. <https://www.ign.com/articles/best-budget-vr-headset>

de Paiva, A. (2018). *12 Principles of NeuroArchitecture and NeuroUrbanism*.

<https://www.neuroau.com/post/principles-of-neuroarchitecture>

Defining evidence-based design—HCD Magazine. (s. f.).

Dunne, A. (with Raby, F.). (2013). *Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming*. MIT Press.

Eysenck, M. W. (2001). *Principles of Cognitive Psychology*. Psychology Press.

González Tardón, C. (2010). Inmersión en mundos simulados: Definición, factores que lo provocan y un posible modelo de inmersión desde una perspectiva psicológica. *Investigaciones Fenomenológicas*, 0(2), 311.

<https://doi.org/10.5944/rif.2.2010.5590>

Gutiérrez, L. (2018). Neuroarquitectura, creatividad y aprendizaje en el diseño arquitectónico. *Paideia XXI*, 6(7), 171-189.

<https://doi.org/10.31381/paideia.v6i7.1607>

Heilig, M. L. (1992). EL Cine del Futuro: The Cinema of the Future. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(3), 279-294.

<https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.3.279>

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*, 21(6), 2193. <https://doi.org/10.3390/s21062193>

Holzwarth, V., Gisler, J., Hirt, C., & Kunz, A. (2021). Comparing the Accuracy and Precision of SteamVR Tracking 2.0 and Oculus Quest 2 in a Room Scale Setup. *2021 the 5th International Conference on Virtual and Augmented Reality Simulations*, 42-46. <https://doi.org/10.1145/3463914.3463921>

Kuliga, S. F., Thrash, T., Dalton, R. C., & Hölscher, C. (2015). Virtual reality as an empirical research tool—Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 363-375. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.09.006>

Lindlbauer, D., & Wilson, A. D. (2018). Remixed Reality: Manipulating Space and Time in Augmented Reality. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-13. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173703>

- López, M. B., & Casado, C. Á. (2023). *A Cyberpunk 2077 perspective on the prediction and understanding of future technology* (arXiv:2309.13970). arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.13970>
- Maleki, M. R., & Bayzidi, Q. (2017). Application of Neuroscience on Architecture: The Emergence of New Trend of Neuroarchitecture. *Kurdistan Journal of Applied Research*, 2(3), 383-396. <https://doi.org/10.24017/science.2017.3.62>
- McIntosh, A. R., & Jadavji, N. M. (2017). *Application of Neuroscience Principles for Evidence-based Design in Architectural Education*. Journal of Young Investigators. <https://doi.org/10.22186/jyi.33.4.71-76>
- Meyers-Levy, J., & Zhu, R. (2007). The Influence of Ceiling Height: The Effect of Priming on the Type of Processing That People Use. *Journal of Consumer Research*, 34(2), 174-186. <https://doi.org/10.1086/519146>
- Nilsson, N. C., Nordahl, R., & Serafin, S. (2016). Immersion Revisited: A review of existing definitions of immersion and their relation to different theories of presence. *Human Technology*, 12(2), 108-134.
<https://doi.org/10.17011/ht/urn.201611174652>

- Noghabaei, M., Heydarian, A., Balali, V., & Han, K. (2020). Trend Analysis on Adoption of Virtual and Augmented Reality in the Architecture, Engineering, and Construction Industry. *Data*, 5(1), 26. <https://doi.org/10.3390/data5010026>
- Ryan, M.-L. (2001). *La narración como realidad virtual*.
- Savavibool, N., & Moorapun, C. (2017). Effects of Colour, Area, and Height on Space Perception. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 2(6), 351. <https://doi.org/10.21834/e-bpj.v2i6.978>
- Shibata, T. (2002). *Head Mounted display.pdf*.
- Souza, E. (2023, abril 3). *How Colors Change the Perception of Interior Spaces*. ArchDaily. <https://www.archdaily.com/935067/how-colors-change-the-perception-of-interior-spaces>
- Taylor-Hochberg, A. (s. f.). *Journal1-ArchitectsandNeuroscience*. Centre for Urban Design and Mental Health. Recuperado 16 de junio de 2024, de <https://www.urbandesignmentalhealth.com/journal1-architectsandneuroscience.html>
- Vargas, J. (2024, junio 20). *La Reducción Silenciosa, una tendencia del mercado inmobiliario en México*. El Economista.

<https://www.eleconomista.com.mx/econohabitat/La-Reduccion-Silenciosa-una-tendencia-del-mercado-inmobiliario-en-Mexico-20240619-0095.html>

Von Castell, C., Hecht, H., & Oberfeld, D. (2018). Which Attribute of Ceiling Color Influences Perceived Room Height? *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 60(8), 1228-1240.
<https://doi.org/10.1177/0018720818789524>

von Castell, C., Hecht, H., & Oberfeld, D. (2020). Wall patterns influence the perception of interior space. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 73(1), 29-54. <https://doi.org/10.1177/1747021819876637>

Wang, S., Sanches De Oliveira, G., Djebbara, Z., & Gramann, K. (2022). The Embodiment of Architectural Experience: A Methodological Perspective on Neuro-Architecture. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 833528.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.833528>

Anexos

1.- Tabla de Respuestas de la primera parte.

ID	Ancho	Caso	Carrera	Altura	Edad	Sexo
1	0,43	D	Electronica	1,74	20	M
2	0,84	C	Electronica	1,65	20	F
3	0,68	B	Arquitectura	1,76	20	M
4	1,19	A	Comercial	1,65	25	M
5	0,39	B	Civil	1,61	26	F
6	0,31	A	1° Año	1,68	18	M
7	1,35	C	1° Año	1,69	19	M
8	0,32	D	Astrofisica	1,67	19	F
9	0,74	B	Astrofisica	1,8	19	M
10	0,67	A	Fisica	1,73	19	M
11	2,89	C	Arquitectura	1,64	23	F
12	0,40	D	1° Año	1,65	18	M
13	0,51	B	Informática	1,83	23	M
14	1,10	D	Telemática	1,79	22	M
15	0,53	A	Industrial	1,84	23	M
16	0,64	C	Informática	1,75	26	M
17	2,34	A	Informática	1,75	19	M
18	1,72	B	Informática	1,72	21	M
19	0,31	D	Informática	1,82	20	M
20	0,63	C	1° Año Arquitectura	1,72	19	M
21	0,74	D	1° Año Arquitectura	1,59	18	F
22	0,31	A	1° Año	1,66	17	M
23	1,08	C	Electrica	1,71	20	M
24	0,89	B	Electrica	1,65	20	F
25	0,79	C	Electrica	1,8	21	M
26	1,11	B	Comercial	1,8	24	M
27	0,62	B	Arquitectura	1,84	26	M
28	0,63	A	Arquitectura	1,78	19	M
29	1,27	C	Arquitectura	1,61	22	F
30	0,79	D	Arquitectura	1,78	22	M
31	1,06	A	Arquitectura	1,68	26	M
32	1,05	C	Arquitectura	1,73	24	M
33	1,35	B	Arquitectura	1,65	25	F
34	0,67	D	Arquitectura	1,8	19	M
35	1,59	B	Arquitectura	1,9	20	M
36	2,05	C	Arquitectura	1,7	19	M
37	0,99	D	Arquitectura	1,76	19	M
38	0,52	A	Arquitectura	1,7	19	M
39	3,00	C	Arquitectura	1,7	20	M
40	1,05	D	Arquitectura	1,71	28	M
41	1,29	A	Arquitectura	1,65	27	F
42	1,80	B	Arquitectura	1,7	21	M
43	0,43	D	Arquitectura	1,64	22	F
44	2,82	C	Arquitectura	1,61	22	F
45	1,33	B	Arquitectura	1,64	19	F

ID	Ancho	Caso	Carrera	Altura	Edad	Sexo
46	1,25	A	Arquitectura	1,7	19	M
47	1,86	B	Arquitectura	1,54	19	F
48	0,50	D	Arquitectura	1,57	19	F
49	0,34	C	Arquitectura	1,63	20	F
50	0,54	A	Arquitectura	1,68	19	M
51	1,58	A	Arquitectura	1,73	19	M
52	1,05	C	Arquitectura	1,58	19	F
53	0,58	D	Arquitectura	1,62	21	F
54	0,33	B	Arquitectura	1,67	20	F
55	0,74	D	Arquitectura	1,78	21	M
56	1,03	B	Arquitectura	1,79	21	M
57	1,21	C	Arquitectura	1,78	21	M
58	0,95	A	Arquitectura	1,82	21	M
59	0,42	D	Arquitectura	1,57	19	F
60	0,83	B	Arquitectura	1,65	18	F
61	0,60	A	Arquitectura	1,71	27	M
62	0,74	D	1° Año	1,67	18	M
63	0,99	A	1° Año	1,68	20	F
64	1,16	C	1° Año	1,71	18	M
65	0,74	B	Industrial	1,73	21	M
66	0,69	A	Industrial	1,77	23	M
67	0,52	B	1° Año	1,76	19	M
68	1,10	D	1° Año	1,73	21	M
69	1,11	C	1° Año	1,65	18	F
70	0,56	C	1° Año	1,7	19	M
71	0,39	A	1° Año	1,63	17	M
72	0,53	D	1° Año	1,57	18	F
73	0,54	B	1° Año	1,71	20	M
74	0,70	D	1° Año	1,65	19	M
75	1,10	A	Industrial	1,69	20	F
76	0,31	B	1° Año	1,85	20	M
77	2,56	C	1° Año	1,56	19	F
78	0,68	D	1° Año	1,7	18	M
79	0,85	A	1° Año	1,79	20	M
80	1,03	B	1° Año	1,81	19	M
81	0,39	C	1° Año	1,81	19	M
82	0,96	C	1° Año	1,67	19	F
83	0,77	D	Informática	1,61	19	M
84	1,00	B	Informática	1,75	19	M
85	0,97	C	Química	1,74	19	M
86	0,95	A	Química	1,78	20	M
87	0,90	C	1° Año Arquitectura	1,67	18	F
88	0,81	D	Electronica	1,7	22	M
89	0,31	B	1° Año	1,76	20	M
90	0,76	A	Electronica	1,84	26	M

ID	Ancho	Caso	Carrera	Altura	Edad	Sexo	ID	Ancho	Caso	Carrera	Altura	Edad	Sexo
91	0,60	C	Administracion public	1,71	21	M	111	1,34	A	Arquitectura	1,68	22	F
92	0,59	D	1º Año Arquitectura	1,68	18	F	112	1,08	C	Arquitectura	1,55	22	F
93	0,54	A	Construccion	1,7	31	M	113	0,70	B	Arquitectura	1,79	22	M
94	1,13	B	1º Año Arquitectura	1,61	19	M	114	1,00	D	Arquitectura	1,54	21	F
95	0,78	D	Electronica	1,67	19	M	115	0,46	C	Arquitectura	1,85	21	M
96	0,69	A	Electronica	1,84	20	M	116	1,51	B	Arquitectura	1,84	21	M
97	0,84	B	Electronica	1,73	20	M	117	0,71	D	Arquitectura	1,61	22	F
98	1,44	C	Electrica	1,71	21	M	118	2,08	A	Informática	1,8	26	M
99	1,90	B	1º Año	1,75	18	M	119	1,21	A	Informática	1,54	20	F
100	1,47	C	1º Año	1,73	18	M	120	2,27	C	1º Año	1,85	18	M
101	0,82	D	1º Año	1,71	18	M	121	0,68	B	1º Año	1,74	19	M
102	1,13	A	Arquitectura	1,53	23	F	122	1,25	D	1º Año	1,67	18	M
103	2,76	B	Arquitectura	1,7	23	F	123	0,97	D	Arquitectura	1,55	19	F
104	2,87	D	Arquitectura	1,6	22	F	124	0,73	B	1º Año	1,67	19	F
105	0,31	A	Arquitectura	1,71	22	M	125	0,54	C	1º Año	1,54	18	F
106	2,83	C	Arquitectura	1,73	23	M	126	1,17	A	1º Año	1,67	18	F
107	2,55	B	Arquitectura	1,83	21	M	127	0,70	C	1º Año Arquitectura	1,58	18	F
108	1,93	D	Arquitectura	1,7	21	M	128	0,79	D	1º Año	1,68	18	M
109	1,94	C	Arquitectura	1,79	21	M	129	0,37	B	1º Año	1,68	18	M
110	0,74	A	Arquitectura	1,7	22	M	130	0,65	A	1º Año	1,66	19	M

2.- Tabla de respuestas segunda parte primera etapa.

Caso	ID	Oficio/Profesion	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto	Caso	ID	Oficio/Profesion	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
A	1	Arquitectura	1,84	26	M	3	3	2,3	A	26	Arquitectura	1,66	21	F	3,2	3,2	2,2
B	2	Arquitectura	1,84	26	M	4,5	5	3,5	B	27	Arquitectura	1,66	21	F	6	6	3,6
C	3	Arquitectura	1,84	26	M	2,5	5	4	C	28	Arquitectura	1,61	21	F	2	5,5	4
D	4	Comercial	1,75	23	M	2	4,5	2,3	D	29	Arquitectura	1,61	21	F	2,2	5,4	3,1
E	5	Comercial	1,75	23	M	2,25	2,85	3	E	30	Arquitectura	1,61	21	F	2,3	4,2	4,5
A	6	Comercial	1,75	23	M	2,2	2,4	2,2	A	31	Arquitectura	1,79	22	M	2	2,5	2,5
B	7	Telemática	1,76	24	M	10	12	3	B	32	Arquitectura	1,79	22	M	4	4	3
C	8	Telemática	1,76	24	M	5	10	4	C	33	Arquitectura	1,79	22	M	2	5	4
D	9	Telemática	1,76	24	M	3	9	2,5	D	34	Arquitectura	1,64	23	F	1,6	4	2,1
E	10	1º Año	1,87	18	M	3	4	3,5	E	35	Arquitectura	1,64	23	F	1,5	2	2,8
A	11	1º Año	1,87	18	M	2	4,2	3	A	36	Arquitectura	1,64	23	F	2	2	1,9
B	12	1º Año	1,87	18	M	6	7	2,45	B	37	Mecanica	1,84	23	M	5,5	5,5	3,2
C	13	Mecanica	1,78	23	M	3	4,5	4	C	38	Mecanica	1,84	23	M	3	6	3,8
D	14	Mecanica	1,78	23	M	2,5	5	2,5	D	39	Mecanica	1,84	23	M	2,2	5,5	2,5
E	15	Mecanica	1,78	23	M	2	4	3	E	40	Mecanica	1,82	23	M	2	3	4
A	16	1º Año	1,65	18	M	3	3	2,5	A	41	Mecanica	1,82	23	M	2	2,5	2,4
B	17	1º Año	1,65	18	M	4	5	3	B	42	Mecanica	1,82	23	M	4	5	3,5
C	18	1º Año	1,65	18	M	2,5	5	3	C	43	Mecanica	1,6	22	F	3,5	5	4,5
D	19	1º Año	1,75	20	M	2,5	6	3	D	44	Mecanica	1,6	22	F	3	6	3
E	20	1º Año	1,75	20	M	3	4	5	E	45	Mecanica	1,6	22	F	3	3,5	4
A	21	1º Año	1,75	20	M	4	4	3	A	46	1º Año	1,78	19	M	2	2,1	2,15
B	22	Arquitectura	1,65	23	F	4	4	3	B	47	1º Año	1,78	19	M	3,5	4	2,5
C	23	Arquitectura	1,65	23	F	2	4	3,5	C	48	1º Año	1,78	19	M	2	4,5	4
D	24	Arquitectura	1,65	23	F	2	5	2,5	D	49	1º Año	1,83	18	M	2	4,5	2
E	25	Arquitectura	1,66	21	F	2,2	3,5	3,4	E	50	1º Año	1,83	18	M	2	2,5	5

Caso	ID	Oficio/Profesion	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto	Caso	ID	Oficio/Profesion	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
A	51	1º Año	1,83	18	M	3	3,5	2,5	B	102	1º Año	1,71	20	M	5	5,4	3,2
B	52	Industrial	1,77	23	M	5	5	3,2	C	103	1º Año	1,71	20	M	4	7,4	4
C	53	Industrial	1,77	23	M	2	5,5	4,1	D	104	1º Año	1,73	17	M	2	5	2,1
D	54	Industrial	1,77	23	M	1,8	6	2,1	E	105	1º Año	1,73	17	M	2,5	3	2,5
E	55	Industrial	1,7	20	F	2,5	3	3,1	A	106	1º Año	1,73	17	M	2,5	2,5	2,1
A	56	Industrial	1,7	20	F	2,5	3	2,2	B	107	1º Año	1,64	18	M	2,1	2,4	2,9
B	57	Industrial	1,7	20	F	4,5	5	3	C	108	1º Año	1,64	18	M	1,7	2,5	3,1
C	58	Industrial	1,84	20	M	3	8	6	D	109	1º Año	1,64	18	M	1	3	1,9
D	59	Industrial	1,84	20	M	2	6	2,5	E	110	1º Año	1,8	18	M	2,5	3	4
E	60	Industrial	1,84	20	M	2	3	4	A	111	1º Año	1,8	18	M	2,5	3,7	3
A	61	1º Año	1,6	20	M	4	5	2,5	B	112	1º Año	1,8	18	M	8	8,5	4,8
B	62	1º Año	1,6	20	M	6	7,5	3	C	113	Arquitectura	1,77	23	F	3,2	4	3,5
C	63	1º Año	1,6	20	M	2,5	7	4	D	114	Arquitectura	1,77	23	F	2	5	2,5
D	64	Industrial	1,58	20	F	2	5	3	E	115	Arquitectura	1,77	23	F	2	2,5	2,5
E	65	Industrial	1,58	20	F	1,5	2	4	A	116	1º Año	1,7	18	M	4	4	3,2
A	66	Industrial	1,58	20	F	2,5	3	2,5	B	117	1º Año	1,7	18	M	5,5	5,5	4
B	67	Arquitectura	1,57	22	F	3,8	4	2,4	C	118	1º Año	1,7	18	M	3	6	5
C	68	Arquitectura	1,57	22	F	2	3,2	2,4	D	119	Arquitectura	1,8	24	M	2,2	5	2,8
D	69	Arquitectura	1,57	22	F	1,8	4,6	2,2	E	120	Arquitectura	1,8	24	M	2,4	3	3
E	70	Arquitectura	1,68	26	M	2,2	3	3	A	121	Arquitectura	1,8	24	M	2,6	2,6	2,6
A	71	Arquitectura	1,68	26	M	2,2	2,2	2,5	B	122	Arquitectura	1,63	26	F	4,5	5	3,5
B	72	Arquitectura	1,68	26	M	4	4,5	3,5	C	123	Arquitectura	1,63	26	F	2,5	5,5	5
C	73	Arquitectura	1,57	26	F	3	5	4	D	124	Arquitectura	1,63	26	F	2,5	5,5	2,5
D	74	Arquitectura	1,57	26	F	2	4	2,5	E	125	Electrica	1,75	22	M	3	3	3
E	75	Arquitectura	1,57	26	F	2	3	2,5	A	126	Electrica	1,75	22	M	2	2	2
A	76	Arquitectura	1,72	24	M	2,5	2,5	2,5	B	127	Electrica	1,75	22	M	6	6	4
B	77	Arquitectura	1,72	24	M	4	4,2	2,85	C	128	Electrica	1,75	22	M	2	4	3
C	78	Arquitectura	1,72	24	M	3	4,75	3,5	D	129	Electrica	1,75	22	M	2	4	2
D	79	Arquitectura	1,69	19	M	2	3	2,5	E	130	Electrica	1,75	22	M	2	2,5	2,5
E	80	Arquitectura	1,69	19	M	2	2	2,5	A	131	Plan comun	1,79	19	M	2,5	2,5	2
A	81	Arquitectura	1,69	19	M	2,5	2,5	2,5	B	132	Plan comun	1,79	19	M	5	6	2,5
B	82	Arquitectura	1,87	20	M	9	9	3	C	133	Plan comun	1,79	19	M	2,1	4,5	4
C	83	Arquitectura	1,87	20	M	2,5	4,5	4,5	D	134	Plan comun	1,51	19	F	2	3	2
D	84	Arquitectura	1,87	20	M	2,5	4,5	2,5	E	135	Plan comun	1,51	19	F	2	2,5	3
E	85	Arquitectura	1,58	20	F	2,5	3,2	3	A	136	Plan comun	1,51	19	F	2,5	2,5	2
A	86	Arquitectura	1,58	20	F	2	2,5	2,3	B	137	Astrofisica	1,6	19	F	6	6	2,5
B	87	Arquitectura	1,58	20	F	5	5	4	C	138	Astrofisica	1,6	19	F	2,6	7,2	3,8
C	88	Arquitectura	1,62	21	F	3	4	4,5	D	139	Astrofisica	1,6	19	F	2,3	7	2,5
D	89	Arquitectura	1,62	21	F	2,5	5	3	E	140	Arquitectura	1,73	22	M	2,5	3	3,5
E	90	Arquitectura	1,62	21	F	2	3	3	A	141	Arquitectura	1,73	22	M	2,5	2,5	2,5
A	91	1º Año	1,57	18	F	2,5	2,75	1,95	B	142	Arquitectura	1,73	22	M	4	4	3,5
B	92	1º Año	1,57	18	F	4,2	4,8	2,4	C	143	Arquitectura	1,56	19	F	3	5	3,5
C	93	1º Año	1,57	18	F	2,5	6	4	D	144	Arquitectura	1,56	19	F	2,5	5	2,5
D	94	Industrial	1,83	20	M	2,4	5	3	E	145	Arquitectura	1,56	19	F	2,5	3	3
E	95	Industrial	1,83	20	M	2	2,5	3,5	A	146	Construccion	1,78	21	M	2,5	3,2	2,7
A	96	Industrial	1,83	20	M	3	3	2,6	B	147	Construccion	1,78	21	M	4	4	3
B	97	Plan comun	1,89	20	M	4	4	3,5	C	148	Construccion	1,78	21	M	2	4	4
C	98	Plan comun	1,89	20	M	2	3	3,2	D	149	Construccion	1,89	20	M	2,5	7	2
D	99	Plan comun	1,89	20	M	2	4,5	2,5	E	150	Construccion	1,89	20	M	2	3,5	3
A	101	1º Año	1,71	20	M	3	3,3	3	A	151	Construccion	1,89	20	M	2	3	2

3.- Tabla de respuestas segunda parte segunda etapa.

Caso	ID	Oficio/Profes	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
F	1	Comercial	4	1,63	22	F	4	4	2,5
G	2	Comercial	4	1,63	22	F	4	4,5	3
H	3	Comercial	4	1,63	22	F	3,5	4	4
F	4	Química	1	1,67	19	M	3	4	2,4
G	5	Química	1	1,67	19	M	2,5	4	2,2
H	6	Química	1	1,67	19	M	2,6	3,2	2,8
F	7	Electrica	post g	1,55	26	F	3	4	2
G	8	Electrica	post g	1,55	26	F	3	5	4
H	9	Electrica	post g	1,55	26	F	3	3	3
F	10	Electrica	post g	1,73	28	M	2,5	3	2,5
G	11	Electrica	post g	1,73	28	M	2,5	3	3
H	12	Electrica	post g	1,73	28	M	2	2,5	2,5
F	13	Electrica	post g	1,63	30	M	5	6	2
G	14	Electrica	post g	1,63	30	M	6	6	2,5
H	15	Electrica	post g	1,63	30	M	4	4	2,8
F	16	Electrica	post g	1,77	28	M	5	5	3
G	17	Electrica	post g	1,77	28	M	4	4	2,5
H	18	Electrica	post g	1,77	28	M	3,5	3,5	3
F	19	Telemática	6	1,75	25	M	3	3	2,5
G	20	Telemática	6	1,75	25	M	2,5	3	2,7
H	21	Telemática	6	1,75	25	M	2	2,5	2,6
F	22	Industrial	6	1,57	25	F	3	3	2,5
G	23	Industrial	6	1,57	25	F	2,5	2,5	1,7
H	24	Industrial	6	1,57	25	F	2	2	2
G	31	Comercial	1	1,66	18	F	4	4	2
F	32	Comercial	1	1,66	18	F	5	5	2
H	33	Comercial	1	1,66	18	F	3	3	2,5
F	34	Comercial	1	1,6	18	F	3,5	4	2,5
G	35	Comercial	1	1,6	18	F	3	3	2,5
H	36	Comercial	1	1,6	18	F	2	2,5	2,2
H	37	Electronica	4	1,74	21	M	2,5	3	2,5
G	38	Electronica	4	1,74	21	M	4	5	3
F	39	Electronica	4	1,74	21	M	2	2	3
H	40	Electronica	4	1,61	21	F	3	5	2,5
F	41	Electronica	4	1,61	21	F	4	5	2
G	42	Electronica	4	1,61	21	F	3	4	2,3
F	43	Informática	1	1,62	18	M	4	4,8	3,2
G	44	Informática	1	1,62	18	M	4,3	4,5	2,5
H	45	Informática	1	1,62	18	M	3	3	2,5
H	46	Industrial	4	1,6	21	F	2,5	3,2	2
G	47	Industrial	4	1,6	21	F	3,1	3,1	2,1
F	48	Industrial	4	1,6	21	F	3,5	4	2,3
F	49	Industrial	4	1,75	21	M	3,5	4	2,7
H	50	Industrial	4	1,75	21	M	3	3	3
G	51	Industrial	4	1,75	21	M	3,2	4	2,8
G	52	Comercial	2	1,68	21	F	3	4	2,5
F	53	Comercial	2	1,68	21	F	4	4	2,5
H	54	Comercial	2	1,68	21	F	2,5	3	3
G	55	Comercial	3	1,62	21	F	4	5	3
H	56	Comercial	3	1,62	21	F	3	4	3
F	57	Comercial	3	1,62	21	F	5	5	4
F	58	Metalurgia	2	1,85	19	M	3	4	2,7
H	59	Metalurgia	2	1,85	19	M	2	3	3
G	60	Metalurgia	2	1,85	19	M	2	2,9	2,7
F	61	Mecánica	1	1,7	19	M	3	4	2,5
G	62	Mecánica	1	1,7	19	M	6	7	2,7
H	63	Mecánica	1	1,7	19	M	5	7	3
F	64	Mecánica	1	1,78	19	M	5	5	2
H	65	Mecánica	1	1,78	19	M	3	4	2,5
G	66	Mecánica	1	1,78	19	M	5	7	3
G	67	Comercial	2	1,74	22	M	5	6	2,5
H	68	Comercial	2	1,74	22	M	4	5	2,3
F	69	Comercial	2	1,74	22	M	6	6	2,3
F	70	Comercial	3	1,8	20	M	4	6	2,1
G	71	Comercial	3	1,8	20	M	6	8	2,1
H	72	Comercial	3	1,8	20	M	4	8	2,4
G	73	Mecánica	6	1,7	24	F	3	3	2,7
H	74	Mecánica	6	1,7	24	F	2	2,5	2,7
F	75	Mecánica	6	1,7	24	F	3	3,5	2,7
F	76	Física	2	1,78	22	M	4,5	5	3,2
G	77	Física	2	1,78	22	M	4,5	6	3
H	78	Física	2	1,78	22	M	3	3	3
G	82	Física	2	1,62	20	F	2,2	2,4	2,5
F	83	Física	2	1,62	20	F	2,4	2,4	3
H	84	Física	2	1,62	20	F	1	2,2	3
F	85	Telemática	2	1,73	19	M	4	5	2,8
G	86	Telemática	2	1,73	19	M	3,5	5	2,4
H	87	Telemática	2	1,73	19	M	2,5	3,5	2,5
F	88	Industrial	1	1,6	18	M	2,3	2,4	2,1
H	89	Industrial	1	1,6	18	M	2	2,1	2,1
G	90	Industrial	1	1,6	18	M	2,4	2,5	2,32
F	91	Plancomún	1	1,6	18	F	3,5	3,5	2,5
G	92	Plancomún	1	1,6	18	F	4,5	5,5	3
H	93	Plancomún	1	1,6	18	F	3	4	3
F	94	Industrial	4	1,6	21	F	3	3,7	2,1
G	95	Industrial	4	1,6	21	F	3,5	4	2,3
H	96	Industrial	4	1,6	21	F	2	2,7	2,4
G	97	Industrial	4	1,59	21	F	4,5	5,5	2,3

Caso	ID	Oficio/Profe	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto	Caso	ID	Oficio/Profe	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
F	98	Industrial	4	1,59	21	F	5	6,3	2	F	138	Construccion	1	1,63	21	M	4	4	2,2
H	99	Industrial	4	1,59	21	F	4	5	2,3	H	139	Construccion	1	1,73	19	M	3,5	4	3,5
H	100	Industrial	3	1,76	22	M	4	4,5	2,5	G	140	Construccion	1	1,73	19	M	3,5	4	3
F	101	Industrial	3	1,76	22	M	6	7	2,5	F	141	Construccion	1	1,73	19	M	4	5	3,5
G	102	Industrial	3	1,76	22	M	5	6	3	F	148	Ambiental	6	1,81	23	M	4,5	4,5	3,2
F	103	Mecanica	5	1,76	24	M	5	5	3	G	149	Ambiental	6	1,81	23	M	5	5	3,4
G	104	Mecanica	5	1,76	24	M	3	4	3	H	150	Ambiental	6	1,81	23	M	3,5	3,5	2,9
H	105	Mecanica	5	1,76	24	M	2	3	2,5	H	151	Mecanica	6	1,73	26	M	4	5	3
F	106	Civil	7	1,64	25	M	3,5	5	2,5	G	152	Mecanica	6	1,73	26	M	4	4,9	3,2
G	107	Civil	7	1,64	25	M	3	3	2,5	F	153	Mecanica	6	1,73	26	M	5,5	5,5	4
H	108	Civil	7	1,64	25	M	3	3,5	3	F	154	Fisica	2	1,73	19	M	3,4	4	2,4
F	115	Metalurgia	6	1,83	23	M	4,5	4,5	2,4	H	155	Fisica	2	1,73	19	M	3	3,2	2,8
G	116	Metalurgia	6	1,83	23	M	4	5,4	2,1	G	156	Fisica	2	1,73	19	M	3	3,2	2,4
H	117	Metalurgia	6	1,83	23	M	5,2	6	3,2	G	160	Astrofisica	1	1,78	19	M	4,5	4,5	2,7
F	124	Telematica	1	1,52	19	F	3	3,5	2,3	H	161	Astrofisica	1	1,78	19	M	3,5	3,5	3
H	125	Telematica	1	1,52	19	F	2,85	3,7	2,5	F	162	Astrofisica	1	1,78	19	M	5,5	5	2,8
G	126	Telematica	1	1,52	19	F	3	4,2	2,8	F	163	Astrofisica	2	1,8	19	M	5	5	3
H	136	Construccion	1	1,63	21	M	2	2	2,2	H	164	Astrofisica	2	1,8	19	M	3	4	2,5
G	137	Construccion	1	1,63	21	M	3,2	3,2	2,2	G	165	Astrofisica	2	1,8	19	M	3,5	4,5	3

4.- Tabla de respuestas tercera Etapa

Caso	ID	Oficio/Profe	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto	Caso	ID	Oficio/Profe	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
C	1	Metalurgia	1	1,7	19	M	4	5	2,25	D	26	Interpretacio	5	1,71	24	M	3	3	2,5
A	2	Metalurgia	1	1,7	19	M	5,5	5,5	2,5	A	27	Interpretacio	5	1,71	24	M	4,5	4,5	3
B	3	Metalurgia	1	1,7	19	M	2	4	2,5	B	28	Interpretacio	5	1,71	24	M	2	3	3
G	5	Fisica	2	1,79	23	M	4,5	5	3	G	29	Electronica	1	1,65	18	M	5	6	3
H	6	Fisica	2	1,79	23	M	5,5	6	3	E	30	Electronica	1	1,65	18	M	6,2	6,2	3,1
F	7	Fisica	2	1,79	23	M	3,5	4,5	4	H	31	Electronica	1	1,65	18	M	3,1	3,5	2,9
E	8	Fisica	2	1,79	23	M	7	7	3,5	F	32	Electronica	1	1,65	18	M	2	2,7	4,3
B	9	Fisica	2	1,79	23	M	3,5	4	3,5	A	33	Fisica	1	1,7	19	M	5	5	3
A	10	Fisica	2	1,79	23	M	5,5	6	4	B	34	Fisica	1	1,7	19	M	2,5	4	2,5
C	11	Fisica	2	1,79	23	M	5	5	3	D	35	Fisica	1	1,7	19	M	4	5,5	2,3
D	12	Fisica	2	1,79	23	M	5	5	3	C	36	Fisica	1	1,7	19	M	4	4	2,5
F	13	Construccion	1	1,77	18	M	1,5	2,5	3	E	37	Mecanica	7	1,9	24	M	5	5	3,5
E	14	Construccion	1	1,77	18	M	5	6,5	4	H	38	Mecanica	7	1,9	24	M	3	3,5	2,5
H	15	Construccion	1	1,77	18	M	4,15	5,5	2,2	G	39	Mecanica	7	1,9	24	M	3,5	3	2,5
G	16	Construccion	1	1,77	18	M	4,1	4,15	2,5	F	40	Mecanica	7	1,9	24	M	2	3	3
B	17	Construccion	1	1,77	18	M	2	3	3	A	41	Industrial	3	1,69	20	M	3	4	2,8
A	18	Construccion	1	1,77	18	M	6	8	2,5	C	42	Industrial	3	1,69	20	M	3	3	2,7
D	19	Construccion	1	1,77	18	M	4	4,5	2,4	D	43	Industrial	3	1,69	20	M	2,8	3	2,7
C	20	Construccion	1	1,77	18	M	4,5	4,5	2,15	B	44	Industrial	3	1,69	20	M	1,5	2	2
E	21	Interpretacio	5	1,71	24	M	4	5	3	G	45	Industrial	3	1,67	20	F	3	3	2,5
F	22	Interpretacio	5	1,71	24	M	2,5	3	3	F	46	Industrial	3	1,67	20	F	4	4	3
G	23	Interpretacio	5	1,71	24	M	4	5,5	2,5	F	47	Industrial	3	1,67	20	F	2	3	3
H	24	Interpretacio	5	1,71	24	M	4	5	2,5	H	48	Industrial	3	1,67	20	F	3	4	2,5
C	25	Interpretacio	5	1,71	24	M	3	3	2,5	A	49	Mecanica	4	1,74	21	M	4,5	4,5	3

Caso	ID	Oficio/Profesi	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto	Caso	ID	Oficio/Profesi	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
D	50	Mecanica	4	1,74	21	M	4	7	3	B	100	Electrica	2	1,79	19	M	1	1,5	2,1
C	51	Mecanica	4	1,74	21	M	4	4	2,5	G	101	Electrica	2	1,79	19	M	2	2,2	2
B	52	Mecanica	4	1,74	21	M	3	4	3	E	102	Electrica	2	1,79	19	M	3	2,3	2,5
G	53	Mecanica	4	1,74	21	M	5	6	2,5	F	103	Electrica	2	1,79	19	M	1	1	2,3
E	54	Mecanica	4	1,74	21	M	9	7	3	H	104	Electrica	2	1,79	19	M	2	2	2
F	55	Mecanica	4	1,74	21	M	2	3	3	C	105	Construccion	7	1,82	25	M	4	4	2,9
H	56	Mecanica	4	1,74	21	M	5	5	2,2	A	106	Construccion	7	1,82	25	M	5	5	3,7
C	57	Mecanica	6	1,6	24	F	3	3	2,5	B	107	Construccion	7	1,82	25	M	2	3	3,5
A	58	Mecanica	6	1,6	24	F	5	5	3	D	108	Construccion	7	1,82	25	M	3,5	4	2,9
B	59	Mecanica	6	1,6	24	F	2	2,5	3,1	G	109	Construccion	7	1,82	25	M	4	4	2,5
D	60	Mecanica	6	1,6	24	F	3,5	4	2,5	F	110	Construccion	7	1,82	25	M	2	2,5	3,5
F	61	Mecanica	6	1,6	24	F	2	2,5	3,5	E	111	Construccion	7	1,82	25	M	5	5	2,9
G	62	Mecanica	6	1,6	24	F	3	3	2,3	H	112	Construccion	7	1,82	25	M	4	5	2,9
E	63	Mecanica	6	1,6	24	F	4	4,5	3,5	C	113	Construccion	6	1,73	24	M	3,6	4	3
H	64	Mecanica	6	1,6	24	F	3	3	2,5	B	114	Construccion	6	1,73	24	M	2,8	4	3,5
A	65	Comercial	1	1,76	18	M	8	10	3,9	D	115	Construccion	6	1,73	24	M	4	5,5	3
C	66	Comercial	1	1,76	18	M	5	5	2,5	A	116	Construccion	6	1,73	24	M	5	5	2,5
B	67	Comercial	1	1,76	18	M	1,5	1,8	3	H	117	Industrial	4	1,73	25	M	4	7	2,5
D	68	Comercial	1	1,76	18	M	1,8	2,7	3,5	E	118	Industrial	4	1,73	25	M	6	10	4
F	69	Pedagogia in	4	1,7	23	M	2	2,65	3,5	G	119	Industrial	4	1,73	25	M	7	4	2,5
E	70	Pedagogia in	4	1,7	23	M	4	4	3	F	120	Industrial	4	1,73	25	M	3	4	4
G	71	Pedagogia in	4	1,7	23	M	3	3	2,4	A	121	Industrial	4	1,81	21	M	5	4	3
H	72	Pedagogia in	4	1,7	23	M	3,5	3,5	2,5	B	122	Industrial	4	1,81	21	M	2	4	4
C	73	Pedagogia in	4	1,7	23	M	3,4	3,4	2,4	C	123	Industrial	4	1,81	21	M	3	3	2,5
A	74	Pedagogia in	4	1,7	23	M	4	4	3	D	124	Industrial	4	1,81	21	M	3,5	4	2,5
B	75	Pedagogia in	4	1,7	23	M	2	2,5	3	G	125	Electronica	2	1,75	20	M	5	5	3
D	76	Pedagogia in	4	1,7	23	M	2,5	3	2,1	F	126	Electronica	2	1,75	20	M	2	3	4
G	77	Mecanica	6	1,76	23	M	6	8	2,2	E	127	Electronica	2	1,75	20	M	7	7	3,5
H	78	Mecanica	6	1,76	23	M	7	9	2,2	H	128	Electronica	2	1,75	20	M	5	5	3
F	79	Mecanica	6	1,76	23	M	5	7	3	C	129	Electronica	2	1,75	20	M	4,5	4,5	3
E	80	Mecanica	6	1,76	23	M	8	10	3,2	B	130	Electronica	2	1,75	20	M	2,5	3	4
C	81	Mecanica	1	1,67	19	M	3	3	2,3	D	131	Electronica	2	1,75	20	M	5	6	3
B	82	Mecanica	1	1,67	19	M	2,5	3	3,1	A	132	Electronica	2	1,75	20	M	7	6	4
D	83	Mecanica	1	1,67	19	M	3	4,2	2,5	F	133	Industrial	3	1,69	20	M	2	2,5	3,5
A	84	Mecanica	1	1,67	19	M	4	5	3	G	134	Industrial	3	1,69	20	M	3	3	2,5
F	85	Mecanica	1	1,67	19	M	3,5	4,5	2,5	H	135	Industrial	3	1,69	20	M	3,5	5	3
G	86	Mecanica	1	1,67	19	M	4	5	2,1	E	136	Industrial	3	1,69	20	M	8	9	3
H	87	Mecanica	1	1,67	19	M	3,5	5	2,5	C	137	Mecanica	3	1,75	20	M	5	5	2,5
E	88	Mecanica	1	1,67	19	M	5,5	5,5	3,5	D	138	Mecanica	3	1,75	20	M	4,5	5	2,5
B	89	Electrica	2	1,76	20	M	2	2	3	A	139	Mecanica	3	1,75	20	M	7	7	4
D	90	Electrica	2	1,76	20	M	3,5	3,5	3	B	140	Mecanica	3	1,75	20	M	3	4	3
C	91	Electrica	2	1,76	20	M	3	3	2,5	G	141	IDP	3	1,75	20	M	3,5	3,5	2,2
A	92	Electrica	2	1,76	20	M	4,3	3,4	2,8	F	142	IDP	3	1,75	20	M	2,2	2,8	2,8
H	93	Electrica	2	1,76	20	M	3	3	2,5	H	143	IDP	3	1,75	20	M	3,5	4	2,2
E	94	Electrica	2	1,76	20	M	4	3,5	2,5	E	144	IDP	3	1,75	20	M	4,4	5	3
G	95	Electrica	2	1,76	20	M	3,5	3	2,5	B	145	IDP	3	1,75	20	M	2	3,1	3
F	96	Electrica	2	1,76	20	M	2	2	3	C	146	IDP	3	1,75	20	M	3,1	3,1	2,5
A	97	Electrica	2	1,79	19	M	3	3,5	2	D	147	IDP	3	1,75	20	M	3,1	3,1	2,5
D	98	Electrica	2	1,79	19	M	2	3	2,5	A	148	IDP	3	1,75	20	M	3,6	4	2,8
C	99	Electrica	2	1,79	19	M	2	2	2	H	149	Informatica	4	1,85	22	M	3	4	2,5

Caso	ID	Oficio/Profe	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto	Caso	ID	Oficio/Profe	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
E	150	Informatica	4	1,85	22	M	4	4	3	F	200	Construccion	5	1,79	22	M	2	3	3,5
G	151	Informatica	4	1,85	22	M	3	3	2,5	D	201	Electronica	5	1,75	24	M	4	3	4
F	152	Informatica	4	1,85	22	M	2	3	4,5	A	202	Electronica	5	1,75	24	M	5	5	4,5
D	153	Informatica	4	1,85	22	M	4	5	3	C	203	Electronica	5	1,75	24	M	3	3	2,8
A	154	Informatica	4	1,85	22	M	6	5	5	B	204	Electronica	5	1,75	24	M	2,2	2,2	3,5
C	155	Informatica	4	1,85	22	M	4	4	3,5	E	205	Electronica	4	1,67	22	M	2,5	4	3
B	156	Informatica	4	1,85	22	M	2	3	5	F	206	Electronica	4	1,67	22	M	1,5	2,3	3
E	157	Informatica	5	1,65	22	M	5	6	3,5	H	207	Electronica	4	1,67	22	M	4	4	2,2
G	158	Informatica	5	1,65	22	M	6	5	2,5	G	208	Electronica	4	1,67	22	M	3,5	2,5	2,5
F	159	Informatica	5	1,65	22	M	2,5	2,5	3	B	209	plam comun	1	1,74	18	M	1,8	2,8	2,5
H	160	Informatica	5	1,65	22	M	4	5	3	D	210	plam comun	1	1,74	18	M	2,5	3	2
A	161	Industrial	1	1,81	18	M	3,5	4,5	2,7	A	211	plam comun	1	1,74	18	M	4	5	3
C	162	Industrial	1	1,81	18	M	3,3	3,5	2,8	C	212	plam comun	1	1,74	18	M	3	3	2
D	163	Industrial	1	1,81	18	M	2,7	3,2	2,8	E	213	Fisica	1	1,85	18	M	3,5	3,8	3,1
B	164	Industrial	1	1,81	18	M	1,9	2,8	3,1	G	214	Fisica	1	1,85	18	M	4,2	3,8	2,5
G	165	Industrial	1	1,77	18	M	4	5	3	F	215	Fisica	1	1,85	18	M	1,8	2,2	3,8
F	166	Industrial	1	1,77	18	M	2	3,5	5	H	216	Fisica	1	1,85	18	M	3,7	4	3
E	167	Industrial	1	1,77	18	M	6	6	3,5	A	217	IDP	1	1,71	19	M	5	5	2,6
H	168	Industrial	1	1,77	18	M	3,5	4,5	2,5	B	218	IDP	1	1,71	19	M	2	3	3
C	169	Industrial	1	1,55	18	F	5	5	2,5	D	219	IDP	1	1,71	19	M	4	6	2,5
A	170	Industrial	1	1,55	18	F	7	6	3	C	220	IDP	1	1,71	19	M	3	3	2,5
D	171	Industrial	1	1,55	18	F	3	4	3	H	221	IDP	1	1,71	19	M	4	5	2,5
B	172	Industrial	1	1,55	18	F	3	3	4	G	222	IDP	1	1,71	19	M	5	6	2,5
G	173	Industrial	1	1,55	18	F	5	4,5	2	E	223	IDP	1	1,71	19	M	5	7	3
H	174	Industrial	1	1,55	18	F	3	4	2,5	F	224	IDP	1	1,71	19	M	3	5	3,5
E	175	Industrial	1	1,55	18	F	4,5	5,5	2,5	D	225	Electronica	2	1,65	20	M	6	7	3,5
F	176	Industrial	1	1,55	18	F	2	3	3	A	226	Electronica	2	1,65	20	M	6	6	4,7
D	177	IDP	3	1,63	22	F	3,8	4,5	2,5	C	227	Electronica	2	1,65	20	M	4,5	4,5	3
A	178	IDP	3	1,63	22	F	6	6	2,7	B	228	Electronica	2	1,65	20	M	1,7	3,3	3,5
B	179	IDP	3	1,63	22	F	2,2	3	2,8	E	229	Electronica	2	1,65	20	M	4,2	4,8	4
C	180	IDP	3	1,63	22	F	4	4,5	2,5	G	230	Electronica	2	1,65	20	M	3,2	3,5	3
H	181	Mecanica	1	1,74	18	M	3,7	5,3	2,6	H	231	Electronica	2	1,65	20	M	3,2	4	2,2
E	182	Mecanica	1	1,74	18	M	6	6,1	3	F	232	Electronica	2	1,65	20	M	1,7	2,5	3,5
G	183	Mecanica	1	1,74	18	M	5	5	2,4	D	233	Informatica	2	1,73	19	M	3	4	2,2
F	184	Mecanica	1	1,74	18	M	3	3	3,5	C	234	Informatica	2	1,73	19	M	3	3	2,3
A	185	Mecanica	1	1,7	18	M	3,5	5,2	4,5	A	235	Informatica	2	1,73	19	M	5	5	2,6
D	186	Mecanica	1	1,7	18	M	2,7	4,3	3,2	B	236	Informatica	2	1,73	19	M	2	3	3
B	187	Mecanica	1	1,7	18	M	1,5	2,3	5,1	E	237	Informatica	2	1,7	19	M	3,5	5	3
C	188	Mecanica	1	1,7	18	M	3,2	3,4	3,2	F	238	Informatica	2	1,7	19	M	2	3	5
E	189	Informatica	3	1,67	21	M	5	7	2,5	H	239	Informatica	2	1,7	19	M	2,4	4	2,4
F	190	Informatica	3	1,67	21	M	2,5	4	3	G	240	Informatica	2	1,7	19	M	7	4	3,5
H	191	Informatica	3	1,67	21	M	4	5	3	D	241	Informatica	2	1,77	19	M	2,5	3	2,1
G	192	Informatica	3	1,67	21	M	5	6,5	3	B	242	Informatica	2	1,77	19	M	1,9	2	3,4
D	193	Ambiental	3	1,79	21	M	3	3	2,2	C	243	Informatica	2	1,77	19	M	3,5	3,5	2,4
C	194	Ambiental	3	1,79	21	M	2	3	2,2	A	244	Informatica	2	1,77	19	M	3,2	2,8	2,6
B	195	Ambiental	3	1,79	21	M	1,5	2,5	3	F	245	Mecanica	5	1,85	23	M	2	2,5	3
A	196	Ambiental	3	1,79	21	M	6	5	3	H	246	Mecanica	5	1,85	23	M	3	3,5	2,5
H	197	Construccion	5	1,79	22	M	3	4	2,2	E	247	Mecanica	5	1,85	23	M	4,5	4	3
G	198	Construccion	5	1,79	22	M	4	4	2,3	G	248	Mecanica	5	1,85	23	M	3	3,5	2,5
E	199	Construccion	5	1,79	22	M	5	4,5	2,5	D	249	Metalurgia	1	1,7	19	M	5	6	3

5.- Tabla de respuestas cuarta etapa Caso Real

ID	Oficio/Profes	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto	ID	Oficio/Profes	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
1	Arquitectura	7	1,72	24	M	6	6	3,5	19	Arquitectura	7	1,75	23	M	5,4	10,5	3,2
2	Arquitectura	5	1,8	22	M	6,6	7,2	3,5	20	Civil	3	1,65	20	F	6	8	4
3	Arquitectura	5	1,72	23	F	6,7	8,3	3,5	21	Plan común	1	1,76	18	M	8	10	4
4	Arquitectura	5	1,87	22	M	6,5	8	3,5	22	Plan común	1	1,83	18	M	7,3	10	4,5
5	Arquitectura	5	1,65	22	M	4,8	7	3,5	23	Plan común	1	1,68	19	M	5	7,5	4
6	Arquitectura	5	1,7	22	F	6	7	4	24	Fisica	2	1,8	20	M	8	10	3
7	Civil	3	1,6	20	M	6,4	7,5	4	25	Ambiental	3	1,62	22	F	6	7	4
8	Civil	1	1,72	19	M	7	9	3,8	26	Mecanica	4	1,78	22	M	8	10,5	3,9
9	Civil ambient	2	1,59	19	F	6,5	7,75	4	27	Mecanica	4	1,78	21	M	8	10	3,5
10	Fisica	4	1,6	23	M	6,5	8	4	28	Civil	3	1,7	21	M	7,5	9	4
11	Civil	2	1,8	20	M	5	6	3,8	29	Arquitectura	1	1,8	21	M	6	7,3	4
12	Civil matem	1	1,82	20	M	5	10	5	30	Arquitectura	1	1,6	19	F	5	8,6	2,5
13	Civil industri	3	1,73	25	M	6,2	7,5	4	31	Plan común	1	1,65	19	M	6,5	8	4
14	Civil metalur	5	1,71	23	M	8	9,5	3,5	32	Comercial	3	1,8	21	M	6	10	4
15	Civil	3	1,72	22	M	6	8	4	33	Civil	4	1,72	22	M	5	10	3,5
16	Arquitectura	7	1,72	24	M	3	4	3,2	34	Civil industri	1	1,65	19	M	7	7	3,6
17	Arquitectura	7	1,68	23	M	8	9	4	35	Arquitectura	4	1,75	21	M	6	7	3,5
18	Arquitectura	7	1,79	23	M	5,5	6	3,2	36	Arquitectura	Profe	1,8	53	M	7,5	8	3,5

6.- Tabla de respuestas cuarta etapa Caso Virtual

ID	Oficio/Profes	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto	ID	Oficio/Profes	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
1	Arquitectura	5	1.68	22	M	6	9	3	21	Telematica	5	1.68	23	M	5	8	4
2	Arquitectura	4	1.79	22	M	7	8	3	22	Electronica	7	1.72	24	M	4	5	2,8
3	Arquitectura	6	1.78	22	M	5	7	4	23	Arquitectura	1	1.70	19	M	8	10	3,5
4	Civil	4	1.75	21	M	7	11	3	24	plan comun	1	1.80	19	M	8,5	10	5
5	Industrial	5	1.52	24	F	6	7,5	3,5	25	plan comun	1	1.74	18	M	5	7	2,5
6	Industrial	5	1.63	23	F	5,2	6,7	4	26	Arquitectura	1	1.59	19	F	4,5	5	3
7	Fisica	2	1.80	23	M	5	7,5	3,6	27	Arquitectura	6	1.70	28	M	5	6	3,5
8	Ambiental	4	1.53	21	F	6	8	4,2	28	Arquitectura	5	1.80	22	M	6	7,5	3,5
9	IDP	6	1.73	25	F	6	9	3	29	Arquitectura	5	1.72	23	F	6,8	7	3,5
10	Arquitectura	6	1.67	23	F	4,5	5	3,1	30	Arquitectura	2	1.85	30	M	8	10	3,2
11	Mecanica	7	1.70	25	M	4,5	6	4	31	Arquitectura	2	1.60	19	F	5,2	5,2	3
12	Mecanica	6	1.79	29	M	5	7,5	3,8	32	Arquitectura	2	1.76	19	M	9	10	3
13	Metalurgia	1	1.75	18	M	4	4,2	2,1	33	Arquitectura	2	1.68	20	M	6	8	4
14	Metalurgia	1	1.77	20	M	5	6,5	3	34	Arquitectura	2	1.70	21	M	6	8	3
15	Metalurgia	1	1.69	19	M	4,2	6	3,2	35	Arquitectura	2	1.74	20	M	4,5	8	3
16	Telecomunic	2	1.60	37	M	4,5	6	3	36	Arquitectura	2	1.56	19	F	5,5	6	3
17	Comercial	1	1.81	20	M	4,5	6,5	2,4	37	Arquitectura	2	1.83	19	M	4,5	6,5	3,5
18	Comercial	1	1.55	19	F	5	7	3	38	Arquitectura	5	1.71	22	M	4	5	3,5
19	Comercial	1	1.55	18	F	4	6	3	39	Arquitectura	3	1.60	21	M	4	6	3
20	Comercial	1	1.70	19	M	6,2	7	3,5	40	Arquitectura	3	1.53	21	F	4,5	6	3,2

7.- Tabla de respuestas Caso Virtual alterado

ID	Oficio/Profe	Año	Altura	Edad	Sexo	Ancho	Largo	Alto
1	Plan Comun	1	1.79	19	M	5	7	3,5
2	Mecanica	4	1.78	22	M	5,5	7	4
3	Mecanica	4	1.79	22	M	5,5	7	3,5
4	Electrica	3	1.65	21	M	3,5	5,5	4
5	Electrica	4	1.78	21	M	8	10	5
6	Electronica	2	1.58	20	F	8	8	4
7	Electronica	3	1.58	20	F	6	8	4
8	Electronica	2	1.70	20	M	8	10	2,5
9	Electronica	3	1.73	20	M	7	9,1	4,15
10	Comercial	3	1.67	21	M	5	10	5
11	Comercial	3	1.7	20	M	6,5	8,5	4
12	Comercial	3	1.58	20	M	5	8	5
13	Fisica	2	1.72	19	M	4,5	6	2,5
14	Plan Comun	1	1.64	18	F	3,5	5	3
15	Plan Comun	1	1.55	18	F	4	6	2,5

Glosario de Imágenes

Ilustración 1 Áreas del uso de la Neuro arquitectura, (Maleki & Bayzidi, 2017).....	15
Ilustración 2 Representación de los casos utilizados en la experiencia 3 de la investigación (von Castell et al., 2020)	19
Ilustración 3 Representación desde la planta de la habitación simulada y sus diferentes dimensiones (von Castell et al., 2020)	21
Ilustración 4 Vista lateral y superior de la posición del observador en los entornos controlados (Von Castell et al., 2018)	23
Ilustración 5 Colores utilizados en las simulaciones (Von Castell et al., 2018).....	24
Ilustración 6 Las 8 combinaciones de brillo en superficies usadas para la investigación (Von Castell et al., 2018a)	26
Ilustración 7 Relación entre las pantallas virtuales, el punto de cruce de las líneas de visión y el Angulo de convergencia del HMD (Shibata, 2002)	33
Ilustración 8 Ilustración de la taxonomía propuesta de las conceptualizaciones existentes de inmersión. (Nilsson et al., 2016)	36
Ilustración 9 Imagen externa del menú (elemento a la izquierda) y la instancia de los Casos (elemento a la derecha) (Elaboración Propia)	43

Ilustración 10 Imágenes representativas de cada caso, Caso A definido como el caso Base, Caso B con cielo el doble de alto, Caso C con profundidad visible reducida, Caso D muros y cielo con bajo nivel de brillo. (Elaboración propia).....	45
Ilustración 11 Patrones generales usados para la primera etapa (Elaboración Propia) ...	47
Ilustración 12 Avatar de los usuarios en la primera etapa. (Elaboración Propia)	48
Ilustración 13 Fotos. primera experiencia, Izquierda, realizada en la sala de Ocio del Edificio B, Derecha, realizada en el Patio Verde del departamento de arquitectura (Elaboración propia)	49
Ilustración 14 Secuencia de la experiencia, en la primera imagen se muestra la vista del menú inicial, en la segunda, la vista inicial (Elaboración propia)	50
Ilustración 15 Secuencia de la experiencia, cuando el sujeto avance hasta llegar un punto donde considera el espacio estrecho, procede a dar el input para regresar al menú inicial para finalizar (Elaboración propia)	51
Ilustración 16 Grafico de la desviación estándar y frecuencia de los resultados de la anchura dentro del Caso A .(Elaboración Propia).....	56
Ilustración 17 Grafico de la desviación estándar y frecuencia de los resultados de la anchura dentro del Caso B .(Elaboración Propia).....	56
Ilustración 18 Grafico de la desviación estándar y frecuencia de los resultados de la anchura dentro del Caso C .(Elaboración Propia).....	57
Ilustración 19 Grafico de la desviación estándar y frecuencia de los resultados de la anchura dentro del Caso D .(Elaboración Propia).....	57
Ilustración 20 Grafico de contraste entre las frecuencias de cada caso. (Elaboración Propia).....	58
Ilustración 21 Grafico de contraste entre las desviaciones estándar de cada caso. (Elaboración Propia)	58
Ilustración 22 Grafico de contraste entre las frecuencias globales respecto Altura. (Elaboración Propia)	60
Ilustración 23 Gráfico de contraste entre las distribuciones estándar globales respecto a la altura. (Elaboración Propia)	60
Ilustración 24 Gráfico de contraste entre las distribuciones estándar globales respecto a afinidad a la disciplina. (Elaboración Propia).....	61

Ilustración 25 Grafico de contraste entre las frecuencias globales respecto a afinidad a la disciplina. (Elaboración Propia)	61
Ilustración 26 Gráfico de contraste entre las distribuciones estándar globales respecto al sexo. (Elaboración Propia)	62
Ilustración 27 Grafico de contraste entre las frecuencias globales respecto al sexo. (Elaboración Propia)	62
Ilustración 28 Grafico de la relación entre la desviación media y promedio de los resultados entregados para cada caso y aspecto evaluado. (Elaboración propia)	65
Ilustración 29 Diseño de texturas de las habitaciones. (Elaboración propia).....	68
Ilustración 30 Avatar de los usuarios en la segunda etapa. (Elaboración Propia)	70
Ilustración 31 Fotos de la experiencia realizada en la sala D202 y el Hall del C (Elaboración Propia)	72
Ilustración 32 Grafica comparativa de la media y desviación estándar por dimensión entre casos (Elaboración propia)	74
Ilustración 33 Grafica comparativa de la media y desviación estándar por dimensión entre casos de las respuestas de personas ajenas a la carrera de Arquitectura. (Elaboración propia).....	76
Ilustración 34 Grafica comparativa de la media y desviación estándar por dimensión entre casos de las respuestas de personas pertenecientes a la carrera de Arquitectura. (Elaboración propia).....	76
Ilustración 35 Grafica comparativa de la media y desviación estándar por dimensión entre casos de las respuestas de personas ajenas a la carrera de Arquitectura de la primera parte complementada por la segunda. (Elaboración propia).....	81
Ilustración 36 Vistas referenciales de los casos D y E con diseño de vanos convencionales y sobredimensionados (Elaboración propia)	86
Ilustración 37 Vistas referenciales de los casos A y G con diseño de franjas de alta y baja densidad (Elaboración propia)	86
Ilustración 38 Vistas referenciales de los casos B y H con diseño de iluminación LED en 2 velocidades (Elaboración propia)	87
Ilustración 39 Vistas referenciales de los casos C y F con diseño de remate de esquinas curvas y pilares (Elaboración propia).....	87

Ilustración 40 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio sobre el anterior caso B y los casos alterados de este (Elaboración Propia)	90
Ilustración 41 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio sobre el anterior caso E y los casos alterados de este (Elaboración Propia)	90
Ilustración 42 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio sobre el anterior caso F y los casos alterados de este (Elaboración Propia).....	91
Ilustración 43 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio sobre el anterior caso G y los casos alterados de este (Elaboración Propia)	91
Ilustración 44 Imagen comparativa de 2 costados de la habitación y su homólogo virtual (Elaboración propia)	97
Ilustración 45 Imagen comparativa de 2 costados de la habitación y su homólogo virtual (Elaboración propia)	98
Ilustración 46 Caso Virtual de la Sala A2 con franjas de alta densidad (Elaboración Propia).....	99
Ilustración 47 Fotografías experiencia habitación Real (Elaboración Propia)	100
Ilustración 48 Foto experiencia Virtual en el pasillo del segundo piso del edificio A, y en la Sala A4 (Elaboración Propia).....	101
Ilustración 49 Foto experiencia Virtual en la Sala D204 del departamento de arquitectura (Elaboración Propia)	102
Ilustración 50 Grafico de la desviación estándar en relación con el promedio comparando los casos evaluados y diferenciación entre los resultados entre participantes pertenecientes a la carrera de arquitectura y el resto. (Elaboración Propia)	106

Glosario de Tablas

Tabla 1 Resultados estadísticos del promedio y desviación estandar de los resultados (Elaboración Propia)	55
Tabla 2 Dimensiones de la primera serie habitaciones neutra (Elaboración propia)	67
Tabla 3 Tabla comparativa de las medias de los resultados para las dimensiones y las medidas reales de cada caso. (Elaboración Propia)	75

Tabla 4 Tabla comparativa de las medias entre los resultados entre personas vinculadas al área de la arquitectura y el resto de los usuarios. (Elaboración Propia).....	77
Tabla 5 Tabla que muestra la cantidad sobre la percepción de la geometría espacial de los Casos A, B, C, D y E (Elaboración Propia).	77
Tabla 6 Dimensiones de la segunda serie habitaciones neutra (Elaboración propia).....	78
Tabla 7 Tabla comparativa de las medias de los resultados para las dimensiones y las medidas reales de todos los casos. (Elaboración Propia)	81
Tabla 8 Tabla que muestra la cantidad sobre la percepción de la geometría espacial de los casos (Elaboración Propia)	82
Tabla 9 Tabla de dimensiones de los casos utilizados, que caso se utilizó anteriormente y el factor de diseño empleado(Elaboración Propia)	85
Tabla 10 Tabla comparativa de la media de las desviaciones obtenidas entre los casos neutros y los casos alterados junto a la diferencia entre ambos resultados. (Elaboración Propia)	89
Tabla 11 Tabla que muestra la cantidad sobre la percepción de la geometría espacial de los 8 casos alterados (Elaboración Propia).....	94
Tabla 12 Tabla de las medias de la desviación de las respuestas obtenidas en cada caso (Elaboración Propia)	104
Tabla 13 Tabla que muestra la cantidad sobre la percepción de la geometría espacial de los 3 casos de esta parte (Elaboración Propia)	106