

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte
Maestría en Arquitectura



El ambiente virtual simulado como una herramienta de diseño y presentación,
en la evaluación de espacios arquitectónicos mediante un análisis de
percepción.

L.D.I. Luisa María Encerrado Manríquez
Matrícula.187013

Director:

Dr. René Ezequiel Saucedo Muñoz

Lector interno:

Mtra. Sara Morales Cárdenas

Lector externo:

Dr. Ramón Iván Barraza Castillo

Agradecimientos

Agradezco a todos los docentes que de forma directa e indirecta aportaron su conocimiento y tiempo durante el desarrollo de la investigación, al igual que por las lecciones de clase que me hacen ser un profesionalista más consiente con una oportunidad de cambio positivo para la sociedad, por impulsarme a buscar nuevas posibilidades dentro de la arquitectura, sin frenar mis capacidades y permitiéndome desarrollarlas.

A mi director de proyecto el Dr. René Ezequiel Saucedo Muñoz por compartir sus experiencias y conocimiento conmigo a lo largo de la maestría, al igual que por las atenciones que tuvo con el fallecimiento de mi padre, gracias por ser un gran apoyo durante la maestría, no estando de acuerdo con todo y retándome a pensar más allá de lo establecido.

Por último, me gustaría agradecer a mis lectores la maestra Mtra. Sara Morales Cárdenas y el Dr. Ramón Iván Barraza Castillo por sus observaciones realizadas, que permitieron enriquecer el desarrollo de la investigación y ampliar mi capacidad en la comunicación de ideas.

Dedicatoria

Esta investigación va dedicada a las personas que me acompañaron durante la maestría, que decidieron ser un apoyo y una inspiración a lo largo de esta investigación, al impulsarme cuando había dificultad para continuar, resolviendo dudas y dispuestos a compartir su conocimiento. Al pilar de mi vida que son mi familia, a mis amigos y mi novio por las conversaciones largas cuando me sentía abrumada por las diversas situaciones presentadas a lo largo de la maestría, a mi hermano por ser parte de esta investigación y ayudarme a resolver obstáculos, aunque fuera muy noche.



Le dedico este logro a mi papá que desde el cielo me ve orgulloso concluir esta nueva etapa de mi vida, no solo por la extensa investigación, sino por todo lo vivido y aprendido el tiempo que duro esta aventura, gracias por tu amor incondicional y enseñanzas. Cuando el cielo nos vuelva a juntar te dire más de lo que estas palabras no logran expresar, pero mientras ten por seguro que esto solo es otro comienzo de una nueva aventura.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ESTADO DEL ARTE	4
LA REALIDAD VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN.	4
LA REALIDAD VIRTUAL EN LA MEDICINA	6
LA REALIDAD VIRTUAL EN LA PSICOLOGÍA CLÍNICA Y DE LA SALUD	7
LA REALIDAD VIRTUAL EN VENTAS Y MARKETING.....	9
LA REALIDAD VIRTUAL EN LA ARQUITECTURA	10
ALTARES VIRTUALES EN REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA INTERACTIVAS.....	11
LA REALIDAD VIRTUAL COMO UNA HERRAMIENTA DE TRABAJO	12
LA REALIDAD VIRTUAL EXTENDIDA.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
JUSTIFICACIÓN.....	25
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	30
SUPUESTO	30
OBJETIVOS.....	31
<i>Objetivo general</i>	31
<i>Objetivos específicos y metodológicos</i>	31
1. CAPITULO 1.	32
1.1. MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL.....	32
1.2. DISCIPLINAS PROYECTUALES.....	32
1.3. LA ARQUITECTURA COMO UN LUGAR	34
1.4. EXPERIENCIAS ESPACIALES VIRTUALES.	35
1.5. REPRESENTACIÓN Y PRESENTACIÓN DE MODELOS	36
1.6. PROCESO COGNITIVO Y MEMORIA EPISÓDICA	37
1.7. ELEMENTOS SENSORIALES EN LA PERCEPCIÓN.....	39
1.8. PERCEPCIÓN	40
1.8.1. <i>La percepción visual</i>	41

1.8.2. <i>La percepción acústica</i>	42
1.8.3. <i>La percepción espacial.</i>	43
1.9. PROCESO DE DISEÑO Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA	44
1.9.1. <i>Técnicas manuales</i>	44
1.9.1.1. El dibujo ortogonal.....	45
1.9.1.2. Plano o planta	45
1.9.1.3. Perspectiva.....	46
1.9.2. <i>Técnicas virtuales</i>	46
1.9.2.1. Render.....	47
1.9.2.2. Realidad Aumentada	48
1.9.2.3. Realidad Virtual.....	49
1.10. REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA Y PERCEPCIÓN	52
2. CAPITULO II.....	58
2.1. METODOLOGÍA	58
2.1.1. <i>Estrategia metodológica.</i>	65
2.1.1.1. Etapa 1	65
2.1.1.2. Etapa 2	66
2.1.1.3. Etapa 3	67
2.1.1.4. Etapa 4	67
2.1.2. <i>Herramientas de estrategia metodológica</i>	68
2.1.3. <i>Variables de percepción</i>	70
2.1.4. <i>Metodología ajustada por el COVID-19</i>	71
2.1.5. <i>Acercamiento al instrumento</i>	73
3. CAPITULO III	76
3.1. DESARROLLO DEL MODELO	76
3.2. DESARROLLO DEL MODELO EN REALIDAD VIRTUAL	91
3.3. DESARROLLO DEL INSTRUMENTO	97
3.4. LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL EN EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO	101
3.5. RESULTADOS	115
4. CAPITULO IV.	117

4.1. CONCLUSIONES.....	117
BIBLIOGRAFÍA.....	126
ANEXOS.....	133

RESUMEN

El uso de la tecnología ha logrado introducirse en el proceso de diseño y representación de espacios en las disciplinas proyectuales a través de *softwares* de diseño, los cuales permiten el trazo de un plano e incluso el modelado de una maqueta virtual de manera rápida a diferencia de los procesos de diseño realizados de manera manual, sin mencionar la disminución de herramientas para trazo que el uso que esta tecnología implica.

Este desarrollo acelerado de las técnicas implementadas para la creación del diseño puede llegar a deshumanizar el proceso de construcción, creando espacios que no responden a las necesidades del usuario, basados únicamente en el valor estético y las normas estandarizadas de uso de los espacios, debido a que se crean etiquetas en los espacios que definen para qué fueron creadas y cómo deberían de ser utilizados. El objetivo de la investigación es realizar un análisis de los proyectos arquitectónicos representados mediante entornos virtuales simulados y comprender como estos contribuyen al estudio de la funcionalidad y los aspectos sensoriales del espacio a construir.

Estas nuevas tecnologías en el proceso de representación de proyectos permiten al diseñador mostrar una visión más clara de lo que será el espacio propuesto, sin embargo, muchas veces estas representaciones son realizadas con imágenes planas que solo alcanzan a mostrar una mínima parte de lo que será el entorno y su incidencia en el usuario, solo se puede saber después de un estudio post ocupacional.

Para medir la incidencia que tiene el espacio diseñado antes de su materialización, se realiza un recorrido en un entorno virtual simulado utilizando lentes de realidad virtual, y posteriormente se realizó una entrevista para conocer la percepción y cuál fue la experiencia de la persona dentro de este entorno.

En ese sentido, el estudio del uso de entornos virtuales simulados como herramienta de anticipación de una construcción que no responda a las necesidades de las personas, tanto físicas como sensoriales, para la realización de una arquitectura más humanizada.

Palabras claves: realidad virtual, ambiente virtual simulado, inmersión y proyectos arquitectónicos.

INTRODUCCIÓN

La investigación analiza los alcances y la incidencia de la tecnología en los procesos de representación arquitectónica, mediante el estudio de la percepción adquirida por parte del usuario dentro de una simulación virtual espacial. Esta tecnología presente en los procesos de diseño de las disciplinas proyectuales permite el trazo de planos en *softwares* contenidos en ordenadores e incluso el modelado de una perspectiva en 3D, el control de escala, materiales, iluminación, sombras, entre otros elementos. El diseñador puede tener control dentro de un modelo construido en un ordenador, reduciendo el tiempo de producción de un proyecto arquitectónico y remplazando procesos manuales que requieren de un mayor número de herramientas; escalímetro, regla T, escuadras, plumones de diferentes grosores, colores, etc.

Esta disminución de tiempo de producción con el uso de *softwares* de modelado 2D y 3D, como lo son *AutoCAD*, *SketchUp*, *Revit®*, *KD Max*, entre otros, facilita la presentación visual de un proyecto arquitectónico a un cliente de algo que solo era una idea apalabrada inicialmente. Se busca un conocimiento previo sobre el futuro usuario, mediante un registro de perfil del cliente, una visita inicial para conocer un poco de la persona en el caso de que sea un proyecto residencial o de ser un proyecto empresarial, esta información se puede obtener de la persona que tiene contacto con el cliente.

El conocimiento sobre las necesidades, gustos, objetivos que se quieren alcanzar, temática, entre otros, a esto se le suma el conocimiento del profesionalista respecto a funcionalidad, ergonomía, antropometría, forma, color, etc., toda esta información ayuda a iniciar un proceso de prefiguración sobre el diseño para que cumpla con factores de uso, estética, funcional e incluso en algunos casos se puede buscar una certificación de sustentabilidad.

Sin embargo, este proceso muchas veces se ve afectado por un rompimiento en la comunicación y una generalización de factores del cómo deben de ser los espacios, haciendo que el profesionalista diseñe un espacio que no corresponda a las necesidades de la persona, las consecuencias de la deshumanización de los espacios arquitectónicos se pueden detectar

por las personas una vez que se encuentra realizada la construcción, haciendo que la corrección de estos errores de diseño tenga un costo monetario.

ESTADO DEL ARTE

La realidad virtual en la educación.

En el ámbito educativo de las disciplinas proyectuales, los planes de estudios de las instituciones educativas cuentan en su currículo con asignaturas en las que el estudiante puede ir desarrollando su percepción en cuanto a un espacio físico y plasmar sus ideas a través de la representación del espacio, en las que este se muestra como un elemento fundamental.

Programas como el de la Universidad de Arizona en Tucson CAPLA¹, el programa de arquitectura, como una etapa inicial se desarrollan habilidades como el dibujo a mano, la creación de modelos, dar a conocer la historia y teoría de la arquitectura, etc., en esta etapa se nos presentan asignaturas y talleres en los que el estudiante por medio de un proceso de dibujo a mano alzada, comienza a identificar diferentes elementos de la percepción de un espacio; los puntos de fuga, horizonte, escala, son algunos de estos elementos, que conforme se va avanzando en el programa, se profundiza en el tema con materias que requieren del aprendizaje de algún *softwares* para modelado digital o incluso del manejo de herramientas industriales para hacer maquetas de diferentes materiales, este tipo de asignaturas busca generar experiencias de la percepción de un proyecto de edificación a pequeña y grande escala.

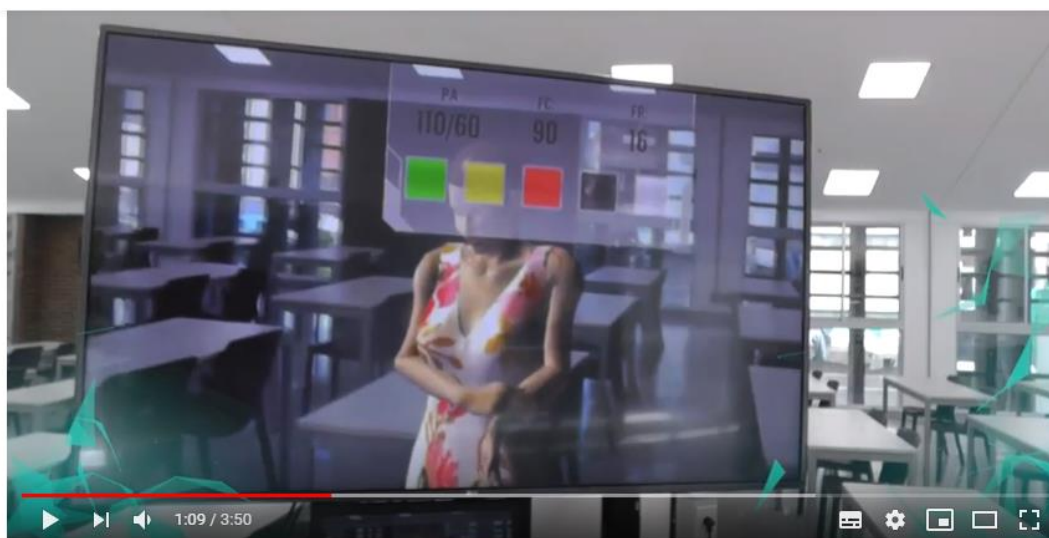
En la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez², en las licenciaturas de disciplinas proyectuales (Licenciatura en Arquitectura y Licenciatura en Diseño de Interiores), a lo largo de la carrera se puede observar el cambio de herramientas por parte de los alumnos para proyectar espacios, en los primeros semestres se usan utensilios más rudimentarios para la realización de trazos como hilos que son utilizados para la enseñanza de los diferentes puntos de fuga existentes en una perspectiva, regla T para la geometría de los trazos, colores para comprender los diferentes efectos y sensaciones que provocan en los espacios, así como las armonías y el contraste entre ellos en un mismo espacio, hasta llegar a la conformación de

¹ The University of Arizona, "College of Architecture, Planning and Landscape Architecture," 2019, <https://capla.arizona.edu/>.

² UACJ, "Licenciatura En Arquitectura- Plan de Estudios," 2019, http://www.uacj.mx/oferta/IADA_LA.html.

un diseño del espacio en el que se utilizan *softwares* para el trazo, modelado y presentación de espacios de manera virtual.

La Universidad Pontificia Bolivariana (Figura 5. UPB virtual desarrolla ambiente prehospitalario), utiliza la tecnología de realidad virtual para recrear espacios que resultan complejos de enseñar debido a los diversos panoramas que se presentan, por eso buscaron un escenario que le permitiera recrear un ambiente hospitalario que contara con todos los factores de distracción que se encuentran alrededor.



UPB Virtual desarrolla Ambiente Prehospitalario en realidad mixta - UPB Colombia

Figura 5. UPB virtual desarrolla ambiente prehospitalario. Universidad Pontificia Bolivariana³

Esto con el objetivo de preparar a los nuevos aspirantes ante situaciones de emergencia, para que puedan realizar una buena aproximación diagnóstica y terapéutica de un paciente con los síntomas que se le presentan. Este tipo de simulaciones les permiten crear ambientes que en la vida real serían difíciles de proyectar para su práctica, situaciones extremas como explosiones, se vuelven posibles de recrear mediante este tipo de tecnología y permiten preparar al personal médico para cualquier panorama crítico que esto pudiera presentar.

³ UPB, *Ambiente Pre Hospitalario En Realidad Mixta –UPB Colombia.*

La realidad virtual en la medicina

En un hospital de Buenos Aires, utilizan este tipo de tecnología en pacientes con cáncer, durante el proceso de quimioterapia (Figura 6. La realidad virtual aplicada a pacientes en quimioterapia. MachiVR), esto consiste en colocarle al paciente unas gafas de realidad virtual y mostrarle diferentes entornos naturales, algo que me parece muy interesante es en el que se encuentra un paisaje con una cabaña, el cual me parece hace alusión a indicar que los espacios construidos a veces se encuentra presente para un sentido de que la persona puede habitar en esa zona, lo cual puede llegar generar seguridad en el espacio que se está representando.



¿Cómo la realidad virtual ayuda a pacientes con quimioterapia? | AJ+

Figura 6. La realidad virtual aplicada a pacientes en quimioterapia. MachiVR⁴.

Esta iniciativa de utilizar la realidad virtual durante tratamientos de gente con cáncer surgió del grupo Ñoño, la cual tiene como objetivo poner al paciente en un ambiente menos hostil que el de una sala donde reciben medicación por medio de las gafas de realidad virtual y presentarle diferentes ambientes, los cuales son descritos por una cofundadora del grupo como lugares tranquilizantes, el paciente al que se le colocaron las gafas describe esta experiencia como algo relajante.

⁴ VR, ¿Cómo La Realidad Virtual Ayuda a Pacientes Con Quimioterapia?

La realidad virtual en la psicología clínica y de la salud

El profesor José Gutiérrez Maldonado⁵ de la Universidad Oberta de Cataluña, en una conferencia organizada por el Máster universitario en Psicología, Salud y Calidad de Vida (UOC) y el grupo de investigación PSiNET (Psicología, Salud y Red) del Internet International Institute (IN3), nos presenta cuales son los diferentes usos que se le ha dado a este tipo de tecnología en la rama de la psicología (Figura 7 y 8. Aplicación de la realidad virtual en psicología. Maldonado). Menciona como el ser humano está en constante participación con experiencias virtuales, ya que el cine y las empresas de videojuegos, se basan en experiencias basadas en hacer sentir al espectador que participa en las realidades que presentan estas dos industrias del entretenimiento.



Figura 7 y 8. Aplicación de la realidad virtual en psicología. Maldonado⁶

Durante esta conferencia nos presenta diversos experimentos que se llevaron a cabo para ver los diferentes usos que podía presentar este tipo de tecnología, así como de las sensaciones que puede ocasionar en una persona, en cuanto a la rama de la psicología nos plantea un universo muy extenso de posibilidades en las que se puede aplicar este tipo de tecnología sobre todo en los trastornos de ansiedad, las cuales se tratan mediante formatos de exposición y en este caso como una simulación virtual, se ha utilizado para tratar fobias al vuelo, acrofobia, trastorno por estrés postraumático (en veteranos de Estados Unidos) , claustrofobia trastornos alimenticios, adicciones, etc. Este tipo de tecnología ofrece en estos

⁵ Maldonado, *Aplicaciones de La Realidad Virtual En Psicología Clínica y de La Salud*.

⁶ Maldonado.

experimentos un mejor control de variables en cada situación y la posibilidad de superar los niveles de exposición de si se estuviera realizando en vivo.

En los casos de estudios presentados durante la conferencia, existe un factor interesante y es que los escenarios están montados sobre espacios arquitectónicos, espacios que quizá influyen de cierta manera como variables controladas para el tratamiento de estos trastornos.

La realidad virtual en ventas y marketing

La agencia de realidad virtual Oneiros, junto con la firma de arquitectura *M. Moser Associates*, implemento *Unity*⁷ para crear un tutorial fotorrealista en 3D que pudiera ser utilizado en el área de ventas, para agilizar el cierre de tratos (Figura 9. Aplicación de la realidad virtual inmersiva en la arquitectura). Durante este recorrido virtual, el usuario puede interactuar con el medio ambiente, recorrer diferentes materiales y ver los efectos inmediatos en la iluminación, además de contar durante el recorrido, con recuadros de texto que contienen la información del modelo, todo en tiempo real. Para esto se trabajó un modelo en *3Ds Max*, para después ser exportado a la plataforma de *Unity*.

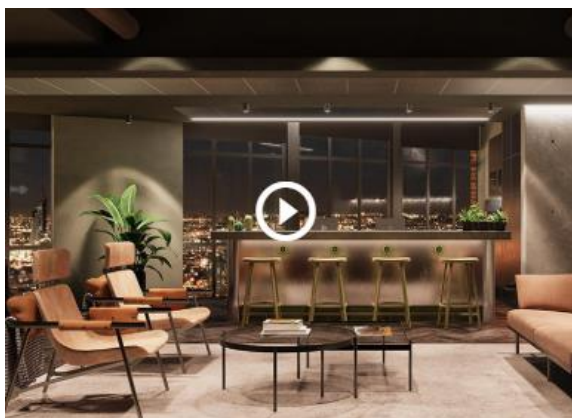


Figura 9. Aplicación de la realidad virtual inmersiva en la arquitectura.⁸

El uso de la plataforma de *Unity*, es considerado en su mayor parte para la creación de videojuegos, sin embargo, al ser una poderosa herramienta de representación de espacios, ha logrado hacerse de un lugar en la arquitectura, ingeniería y construcción, tal es el caso de *Unity* para AEC⁹, el cual pretende la creación de experiencias envolventes e interactivas para realidad virtual y aumentada, dispositivos de escritorio, *tablets*, entre otros, desde varios modelos *BIM*¹⁰/*CAD*, para facilitar la revisión de proyectos en equipo en tiempo real, este anuncio su lanzamiento en otoño del 2019.

⁷ Unity, *Real-Time Design: 3ds Max to Unity*, 2018, <https://www.youtube.com/watch?v=9hAZ2ovh6fo>.

⁸ Unity.

⁹ Unity, "Unity Reflect. AEC. Arquitectura, Ingeniería y Construcción," 2019, <https://unity.com/es/solutions/architecture-engineering-construction>.

¹⁰ BIM. Building Information Modeling

La realidad virtual en la arquitectura

Se desarrolló un experimento en un entorno RV inmersivo transitable inalámbrico, para el estudio de la percepción del espacio y de la importancia del desplazamiento en estos espacios, el lugar donde se realizaron las pruebas se denominó Museo Vacío, debido a su capacidad de mostrar contenidos virtuales dentro de un espacio real y su amplitud al ámbito expositivo.

La instalación se implementa en una sala en la que se controla la posición de los satélites con los que cuenta el equipo desde la base, entre los modelos de prueba implementados durante el experimento, se utilizó una reproducción del interior de la Catedral de Santiago de Compostela (Figura 10 y 11. Aplicación de la realidad virtual inmersiva en la arquitectura), un modelo de la catedral románica original del siglo XIII, el cual permitió a los participantes, visualizar con calidad fotorrealista los detalles de dicha construcción.

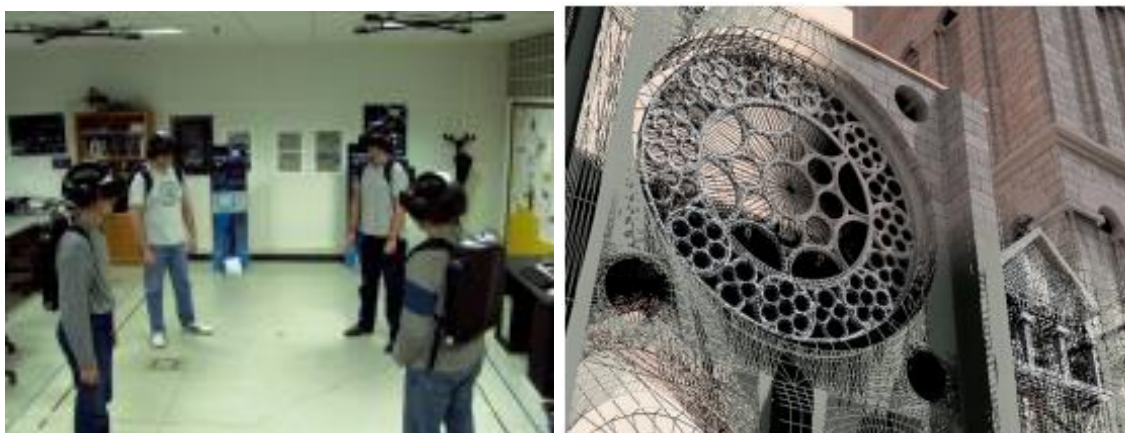


Figura 10 y 11. Aplicación de la realidad virtual inmersiva en la arquitectura.¹¹

Al finalizar este estudio, se concluyó que la tecnología de RV aplicada a la visualización de arquitectura, utilizando entornos inmersivos transitables, propone una alternativa para el estudio e interpretación de construcciones antiguas, proyectos de construcción e incluso nuevos paradigmas de arquitectura virtual.

¹¹ Taibo et al., “La Percepción Del Espacio En La Visualización de Arquitectura Mediante Realidad Virtual Inmersiva.”

Altars Virtuales en Realidad Virtual Inmersiva Interactivas

Durante los semestres impartidos en el periodo de agosto a diciembre, en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez se lleva a cabo un evento de altares y tumbas, donde los estudiantes de diversas licenciaturas participan colocando altares en las áreas exteriores del campus de IADA, desde hace dos años se ha sumado a esta festividad el uso de altares virtuales en equipos de realidad virtual. Estos altares son desarrollados por los alumnos de primer semestre de la licenciatura en Diseño Digital de Medios Interactivos, en la asignatura de Geometría 3D impartida por la profesora Alejandra Lucía De la Torre Rodríguez.

Durante la ponencia realizada el 28 de febrero del 2020 en el audiovisual dentro de las instalaciones de la universidad (Figura 12. Ponencia de altares virtuales), realizada por la profesora De la Torre se habló sobre el proceso de diseño que realizan los alumnos de primer semestre durante la asignatura, el cual inicia con un boceto de lo que será el proyecto, para después trabajarlo en el programa Blender que se enseña durante el semestre donde se inicia con la creación de los elementos del espacio, agregando texturas y color, con la dirección de un profesor que monitoree el peso del archivo que se está diseñando, ya que existen limitaciones que marca el ordenador en el que se está trabajando.

Una vez concluida la fabricación de los modelos, estos son exportados a la plataforma de trabajo de *Unity* que es un motor de videojuegos, para este paso se tuvo la asistencia del Dr. Iván Barraza el cual se encuentra familiarizado con la herramienta, al exportar los modelos de *Blender* a *Unity* se podían perder algunas cualidades por lo que si era necesario los estudiantes tenían que volver a agregar color y textura a ciertos elementos, también se inicia con la descarga del sistema de partículas, que serán en el caso de los altares virtuales las animaciones que tendrán objetos como veladoras para aparentar fuego, la aplicación de texturas, se agregan colisionadores, que son las barreras que limitan el espacio para que el usuario no se caiga dentro del entorno virtual y también ayudan a posicionar los objetos para que no se pierdan en el espacio, se agrega a los modelos diseñados la cualidad de *rigid body* la cual los vuelve rígidos, y se les da una cualidad de interacción para que el usuario pueda manipularlos con los controles, dentro de esta plataforma también se puede agregar sonido según lo considere el diseñador. Una vez finalizado el modelo, se descarga el software de

Oculus para agregar la tecnología, para realizar las pruebas con los visores y controles, antes de su presentación en el evento de altares y tumbas.

Al finalizar la conferencia se tuvo acceso a la visualización de un altar virtual elaborado el año anterior con la herramienta de Oculus Rift, dentro del espacio virtual los alumnos trataban de sujetar objetos y caminar dentro del entorno.



Figura 12. Ponencia de altares virtuales. Encerrado, 2020.

La realidad virtual como una herramienta de trabajo

En la actualidad parecería ser un tema muy oportuno el replantear las maneras en las que interactuamos con las personas por medio de la tecnología, debido a la emergente situación a causa de la pandemia mundial del COVID-19, la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹² señala que la propagación del virus se da a través de las gotículas procedentes de la nariz o de la boca las cuales salen despedidas cuando una persona que se encuentra infectada tose o exhala, por lo que es importante mantenerse a más de 1 metro o 3 pies de distancia de una persona que se encuentre enferma y de ser posible permanecer en cuarentena para evitar la dispersión del virus, así como saturar los sistemas de salud.

Esta situación de aislamiento por la contingencia podría significar como lo menciona Sánchez¹³ en su artículo de ABC, el resurgimiento de la realidad virtual como una herramienta de trabajo que apoye a las medidas de salud impuestas por el gobierno de cada país. Las videoconferencias se han vuelto una forma de trabajo para las personas de varias instituciones, sin embargo, se menciona a la realidad virtual como una herramienta capaz de ofrecer experiencias inmersivas, entre otras múltiples soluciones que podrían ayudar a mantener la actividad de una empresa y minimizar el riesgo de contagio para algunos empleados.

Las aplicaciones de la realidad virtual se encuentran en una constante evolución y en este cambio de rutina para las personas, donde el trabajo e instituciones mudan sus labores al mundo de lo virtual, se vuelve a presentar la interrogante de innovación sobre mejor manera para llevar a cabo estas actividades que requieren cierto nivel de atención por parte los usuarios, el cual no se vuelve una tarea fácil de realizar cuando el entorno de trabajo brinda distractores que entorpecen este tipo de actividades, por lo que se propone el uso de la realidad virtual como una herramienta capaz de aislar la mente de la persona y ubicarla en el contexto de trabajo donde tiene que estar.

¹² OMS, "Preguntas y Respuestas Sobre La Enfermedad Por Coronavirus (COVID-19)," 2019, <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>.

¹³ J.M. Sánchez, "Así Es Cómo La Realidad Virtual Puede Resurgir Gracias Al Coronavirus," ABC, n.d., https://www.abc.es/tecnologia/informatica/soluciones/abci-como-realidad-virtual-puede-resurgir-gracias-coronavirus-202003300221_noticia.html.

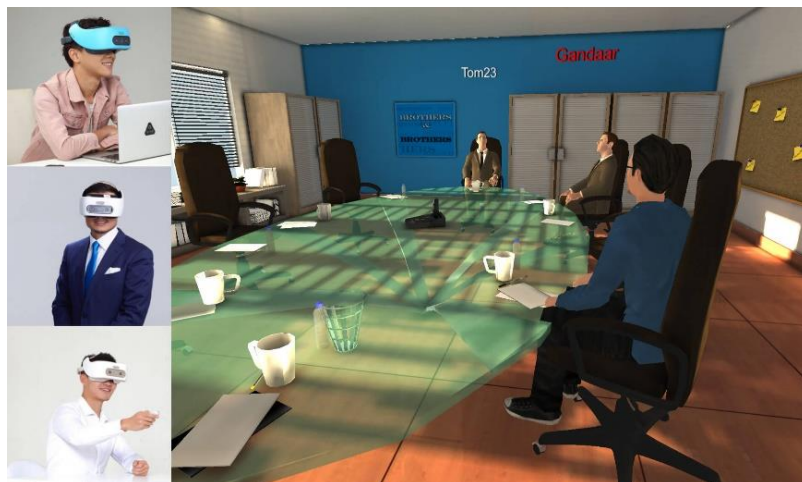


Figura 13. Conferencia en realidad virtual¹⁴

En el artículo se nos habla de la empresa Two Reality que ha desarrollado un servicio inmersivo para realizar reuniones y conferencias en realidad virtual capaz de alcanzar altos niveles de interacción, comunicación no verbal y capacidad de inmersión por parte de sus participantes (Figura 13. Conferencia en realidad virtual), la compañía danesa MeetinVR afirma que se produce un aumento del 25% de la atención cuando se realiza una reunión virtual en comparación con la videoconferencia. Cetto, fundador de la empresa Two Reality explica que la realidad virtual permite crear avatares de cada uno de ellos, y que estos encuentros se vuelven más cortos, precisos y resolutivos, al poder interactuar todos sobre el mismo contenido 3D.

¹⁴ Giovanni Cetto, "CORONAVIRUS Y REALIDAD VIRTUAL: EL TELETRABAJO PARA AYUDAR A LAS EMPRESAS.," Two Reality, n.d., <https://www.tworeality.com/coronavirus-realidad-virtual/>.

La realidad virtual extendida

Un ejemplo de lo que será el futuro de este tipo de tecnología utópica, es el poder adaptar otro sentido al algoritmo, el tacto es un elemento fundamental al momento de la experimentación, el producto que se trabaja en esta compañía es una fusión entre realidad aumentada y realidad extendida, y pretende el desprendimiento de herramientas al momento de experimentar un entorno virtual.



Figura 14. Pruebas del proyecto desarrollado por Emerge¹⁵

Guede¹⁶ en su artículo publicado en España menciona a Emerge como una empresa dirigida por Isaac Castro la cual plantea un proyecto del uso de realidad extendida que propone la posibilidad de una interacción a distancia en la que se pueda involucrar el sentido del tacto (Figura 14. Pruebas del proyecto desarrollado por Emerge), para una interacción más completa con el mundo virtual, además de contribuir a la cercanía entre las personas, pretende abarcar tres materias en su uso: salud mental, educación y entretenimiento.

¹⁵ El Pais, *Más Allá de La Videollamada: Ver, Oír... y Tocar*, n.d., <https://www.youtube.com/watch?v=MT6BBmSmXZQ&feature=youtu.be>.

¹⁶ Araceli Guede, "Sentir El Tacto a Distancia Ya No Es Ciencia Ficción: "Estamos Redefiniendo El Concepto de Teletransporte," 20 minutos, n.d., <https://www.20minutos.es/noticia/4158717/0/sentir-tacto-distancia-no-ciencia-ficcion/>.

El desarrollo de la tecnología háptica o comunicación cinestésica ofrece una forma de recrear el sentido del tacto al usuario mediante la aplicación de una serie de fuerzas, vibraciones y movimientos, este tipo de mecanismos sensoriales los encontramos presentes en consolas de juegos como Wii de Nintendo y Xbox Kinect de Microsoft, para ofrecer al usuario una experiencia más realista. Estudios recientes publicaron la creación y desarrollo de una piel artificial adaptable, los autores Harshal A. Sonar, Aaron P. Gerratt, Stéphanie P. Lacour y Jamie Paik¹⁷ desarrollaron un prototipo de un nuevo actuador neumático suave auto detector, con sensores de deformación suave al que denominaron SPA-skin, la cual se considera fácil de usar y reproduce el sentido del tacto de una manera realista. El funcionamiento de este tipo de tecnología se ve dirigido al sector de la realidad virtual y el médico en el área de rehabilitaciones.

¹⁷ Paco Bree, "¿Qué Es La Tecnología Háptica?," n.d., <https://innovadores.larazon.es/es/que-es-la-tecnologia-haptica/>.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del proceso de diseño que se realiza en las disciplinas proyectuales, se distinguen dos etapas en las que se trabaja la arquitectura como lugar: la primera etapa, la representación de modelos se utilizan técnicas virtuales y manuales que permiten la visualización dentro de una plataforma de trabajo, mientras que en la segunda etapa de presentación se muestra el producto definido mediante una ilustración, maquetas o inclusive mediante simulaciones realizadas con equipos de realidad virtual. Para explicar de manera clara y precisa lo que se busca realizar, una vez obtenida la aprobación del espacio como lugar se puede proceder a su materialización (Figura 1. El proceso de diseño en arquitectura).

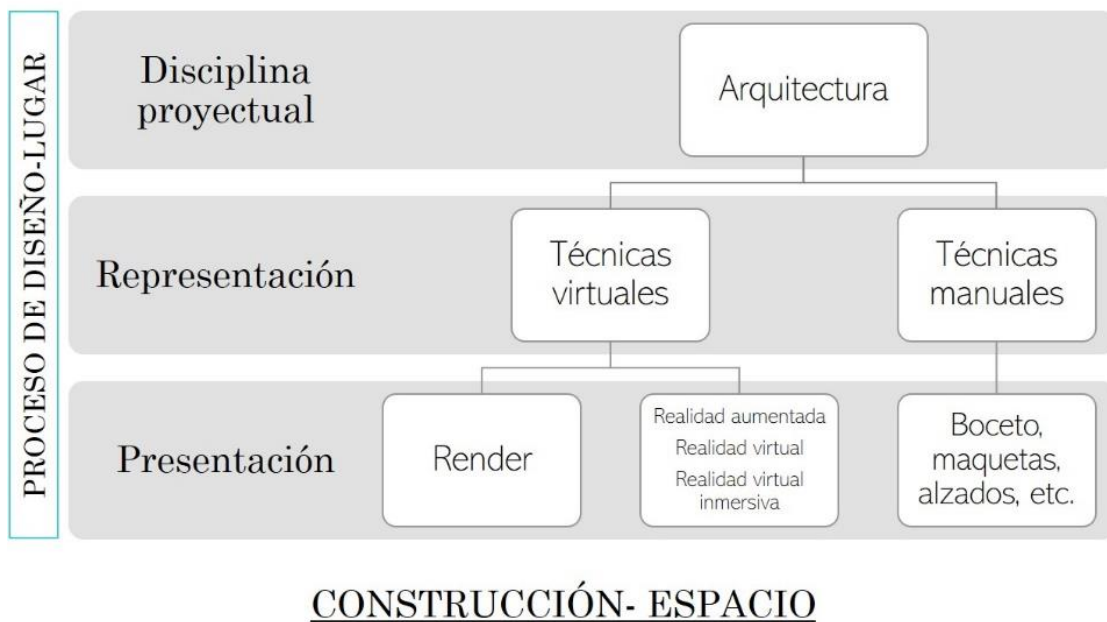


Figura 1. Proceso de diseño en arquitectura. Encerrado¹⁸ 2020

En los procesos de diseño el lugar puede ser configurado dentro de la imaginación, se denomina espacio a la materialización de esta imagen mental. Es en este proceso donde el profesionalista tiene la oportunidad de manipular y maniobrar el lugar en una dimensión libre

¹⁸ Luisa María Encerrado Manríquez, elaboración propia para documento de tesis. 2020

al cambio, el cual se vuelve algo complejo y con un costo monetario una vez que el proyecto se encuentra como un espacio construido en un medio físico.

Por lo que las herramientas implementadas durante el proceso de diseño deben ayudar al profesionalista a plasmar en la mente del cliente de manera clara lo que se va a realizar y cómo impactará eso en su vida diaria. En tanto que las simulaciones con equipos de Realidad Virtual pueden sugerir una manera clara de transmitir al usuario el cómo será el lugar sugerido por el diseñador, mediante experiencias virtuales dentro del modelo.

La arquitectura como un lugar físico y virtual se puede reinterpretar de diversas maneras, una es la percepción y conciencia de las personas, a través de la gestión de proyectos ¿Cómo elegir la interpretación y percepción más acertada para la configuración de un entorno? Sin tener que dar un salto de fe a algo que no se puede ver, he aquí donde la realidad virtual abre camino para la arquitectura, siendo una tecnología capaz de presentar experiencias a los usuarios en entornos virtuales simulados mediante el uso de visores y controles.

La representación gráfica ha acompañado a las disciplinas proyectuales a lo largo de la historia, los seres humanos han buscado la manera de transmitir información de diferentes formas. Una imagen es capaz de contener información de manera conjunta y puede ser interpretada por una persona que busca entender algo. Uno de los inicios registrados de la representación gráfica, son las pinturas rupestres elaboradas por los hombres de las cavernas, donde se plasma el estilo de vida, cada uno de estos trazos realizados en la piedra, era una representación de su experiencia del día a día y cada figura trazada tomaba un simbolismo, según su parecido con el objeto al que se quisiera hacer referencia.

Lasso¹⁹, narra cómo estos dibujos representados en rocas eran trazados por medio de herramientas elaboradas por esos hombres en las cavernas tales como, pinceles de pelo de animal, ramas quemadas y cañas huecas que servían como aerógrafos. Las herramientas y las técnicas implementadas, que al igual que las herramientas, se han ido transformando con el tiempo y han ayudado a transmitir información visual de maneras más rápida y eficaz. Para

¹⁹ Sara Lasso, "Pinturas Rupestres: Definición, Materiales y Técnicas," 2019, <https://www.aboutespanol.com/pintura-rupestre-definicion-materiales-y-tecnicas-180060>.

Batán²⁰ en la arquitectura, el poder realizar esta técnica de grafismo en la representación de ideas e imágenes es necesario un conocimiento de elementos gráficos, el espacio y el volumen, así como de las técnicas gráficas, este grafismo puede estar constituido por uno o un conjunto de elementos de formas y características diversas, los cuales estructuran y dan cuerpo al dibujo.

Así mismo este tipo de dibujo utilizados en una disciplina proyectual debe contar con las siguientes características generales para ser catalogado como bueno. Según Batán la utilidad, el dibujo nos permite representar un objetivo en el campo arquitectónico, belleza, la cual se refleja en líneas, proporciones, texturas y variedad de los materiales, contrastes, uso de colores, sombras, luz, etc., y por último la durabilidad, donde se ve como una herramienta que debe trascender en el tiempo para aportar conocimiento.

El dibujo para un profesionalista de la construcción es un medio auxiliar en la grafía de obras, Ramas²¹ nos habla de un dibujo técnico que se desarrolla dentro de estas disciplinas para representar edificios, topografía, piezas de maquinaria, el cual consiste en un dibujo más formalizado el cual utiliza una dos o más proyecciones para la definición de un objeto, planos arquitectónicos, vistas frontal o alzados, vista lateral, son algunas de las ilustraciones que se generan para entender mejor un conjunto en la construcción.

Dentro de disciplinas proyectuales como arquitectura y diseño de interiores se institucionaliza el conocimiento para la proyección de diferentes objetos, con el fin de que se pueda crear una buena imagen en criterios mencionados dentro del dibujo, para llevar a cabo la prefiguración de la idea o imagen que se desea plasmar se lleva a cabo un proceso de diseño en el que convergen varios aspectos, en el año 30 a.C., el arquitecto Vitruvio habló de la importancia del dibujo técnico dentro de la disciplina, “ El arquitecto debe ser diestro con el lápiz y tener conocimiento del dibujo, de manera que pueda preparar con facilidad y rapidez los dibujos que se requieran para mostrar la apariencia de la obra que se proponga construir²²”, la técnica manual puede ser una forma rápida y accesible para comenzar a

²⁰ Bernal D. Eduardo Batán, “Universidad de Murcia,” *Publicaciones, OS De* (2005), <http://nadir.uc3m.es/alejandro/phd/thesisFinal.pdf%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Universidad+de+murcia#0>.

²¹ C. D. D. Ramas, C. G. Y. P., & TÉCNICO, “Dibujo Técnico,” in *Dibujo Técnico* (La Habana: Editorial pueblo y educación, 1992), 42.

²² Ramas, C. G. Y. P., & TÉCNICO.

develar las ideas y unir los elementos que proyectan una imagen dentro del dibujo técnico, se pueden implementar diferentes técnicas en el proceso de generar información visible.

Los procesos manuales en el dibujo técnico como lo menciona Ramas, involucran materiales e instrumentos que se han ido adecuando a lo largo del tiempo, la regla, regla T, escuadras, el escalímetro, el compás, lápices de dibujo, plantillas, plantilla para borrar, curvas irregulares, afilador, goma de borrar, tinta para dibujo, rotuladores, se utilizaban en la elaboración de diseños arquitectónicos que buscan ilustrar la información de un proyecto que se desea realizar, en los procesos virtuales estas herramientas son desplazadas por ordenadores y *softwares*, *AutoCAD*, *SketchUp*, *Revit®*, son algunos de los programas que nos permiten el modelado de proyecciones arquitectónicas dentro de un espacio virtual.

La implementación de la tecnología en los procesos de diseño se incorpora como una idea para mejorar el tiempo de desarrollo y la representación de un proyecto, su constante evolución que concibe la búsqueda por la innovación de *softwares* y equipos nos brinda una amplia gama de opciones dentro de las técnicas virtuales de representación, sin embargo, el costo y la complejidad de estos puede ser un impedimento en el uso, de igual manera su uso no invalida las técnicas manuales que se siguen implementando por muchos profesionistas, a pesar de este traslado en cuanto a técnicas e instrumentos para la proyección de elementos la tecnología reconoce las palabras de Vitruvio y desarrolla las tabletas graficas digitalizadoras equipadas con un lápiz óptico el cual permite al usuario la libertad del trazo a mano alzada sobre la pantalla del dispositivo electrónico para la creación del dibujo

El diseño pretende proyectar una solución a problemas propuestos por el hombre, para la satisfacción de necesidades, Rojas²³ nos menciona el avance de software, hardware y computadores como una oportunidad que permite a los profesionales relacionador con el uso de programas de diseño asistido por computador (*CAD*) mejorar su productividad, calidad y oportunidad, al permitir una mayor implementación de su tiempo en la mejora de estos diseños y menos en la representación de estos. También nos describe el proceso de modelado como un proceso de ideas indeterminadas, palabras y formas que buscan generar un prototipo digital y comunicar, el cual debe poder representar la realidad del objeto lo mejor posible, el

²³ Oswaldo Rojas Lazo and Luis Rojas Rojas, "Diseño Asistido Por Computador," *Industrial Data* 9 (2006): 7–15.

criterio de satisfacción de este modelado pasa en primera instancia por el filtro del diseñador para percibir si satisface el criterio de diseño y si el dibujo se puede leer con facilidad, para que la persona a la que se le presente el modelo pueda comprender su forma, tamaño e incluso información relativa a lo que será su fabricación.

Rojas nos presenta como se conforma el proceso de diseño que realiza el profesionalista partiendo de un orden de toma de decisiones (Figura 2. Proceso de diseño), como primera instancia se encuentra la identificación del problema, donde se analizan datos, se comparte conocimiento, requerimientos, causas y factores económicos, datos que nos ayudaran a pasar a la formulación de ideas preliminares, en esta etapa el diseñador se puede apoyar de una lluvia de ideas con la búsqueda de productos similares, bosquejos, idealización, listas, etc., esta parte se comprende en un proceso muy personal de la manera de trabajar de la persona.

Una vez concluido el proceso de inspiración se comienza el refinamiento del diseño, donde los bocetos e ideas discutidos anteriormente iniciado el modelaje para dar cuerpo a una proyección de lo que se busca representar, revisando aspectos de dimensión, materiales, alternativas de forma, etc., procediendo así al análisis y optimización del diseño, con conocimientos que parten de la lógica, experiencia, disciplinas proyectuales, gráficos, ingeniería, arquitectónico, entre otros.

Por lo tanto, en la etapa de decisión se toma en cuenta los procesos de fabricación para determinar costos, precios, cualidades, presupuestos, requerimientos, las soluciones optimas que pueden hacer, por último, en la fase de resultados y documentación, se determina la solución seleccionada o el modelo diseñado, para proceder a generar los planos de trabajo y especificaciones del cómo será su fabricación.

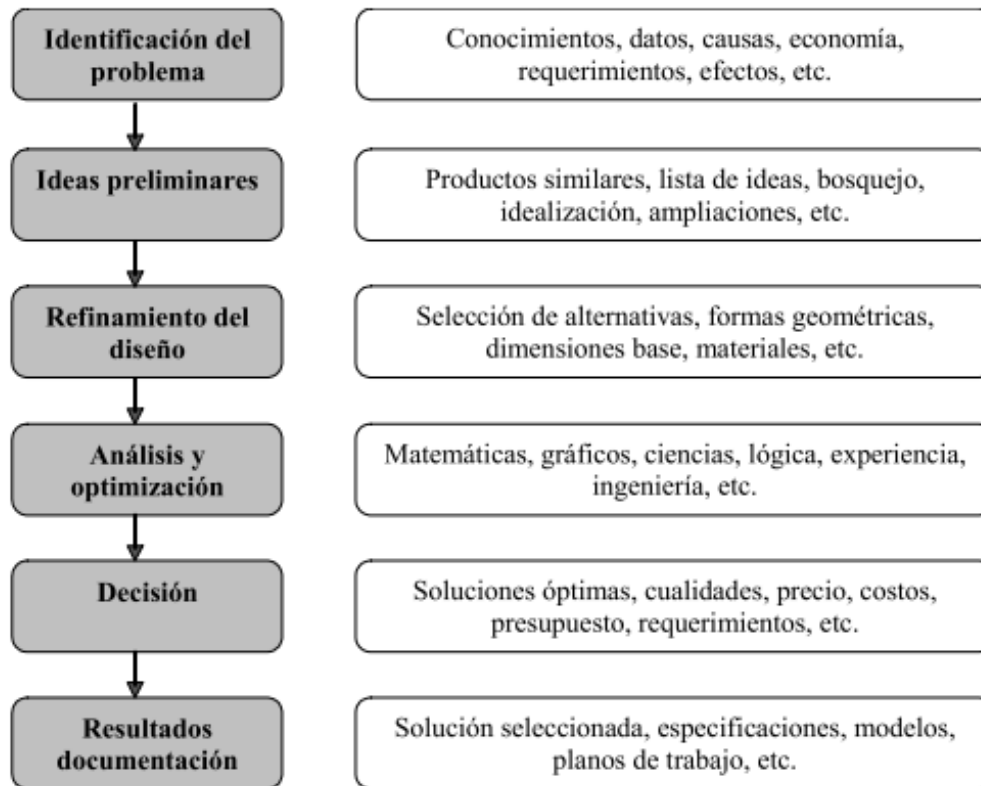


Figura 2. Proceso de diseño. Rojas 2006²⁴

Dentro de estos problemas propuestos por el hombre que nos menciona González Lobo²⁵ nos habla del proceso de diseño como una negociación en la toma de decisiones que parten de una necesidad ajena, el usuario externa una necesidad dentro del espacio, estas necesidades parten de una ideación que establece que tendría que cambiar en el para satisfacer una necesidad de uso, este deseo demanda la realización de un proyecto dentro del espacio, es aquí donde se involucra en algunos casos el profesionalista para dar una imagen y proyección a esta idea, para su realización en obra.

Esta negociación parte sobre una idea inicial que se externa al diseñador y que a través de este proceso se moldea, desarrolla, transforma, se replantea, hasta llegar a ser un

²⁴ Rojas Lazo and Rojas Rojas.

²⁵ Carlos González Lobo, *Apuntes de Una Teoría Del Proyecto Arquitectónico*, ed. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Volumen 2 (Ciudad Juárez, Chihuahua, 2013).

acuerdo mutuo del conocimiento entre experiencia del usuario y el académico que aporta el profesionalista en la construcción de espacios arquitectónicos.

Por otra parte, el proceso de diseño virtual se concede con mayor facilidad la fase de modificación y adaptación de un proyecto sobre la pantalla que, sobre el papel, así como la visualización del trabajo con vistas volumétricas durante su modelado, se puede obtener diferentes representaciones de un proyecto con diferente nivel de detalle en la imagen.

El render permite una resolución de calidad fotográfica en el espacio, también se pueden generar alzados, plantas arquitectónicas, bocetos, etc., de un mismo programa, el cual, es complementado con otras plataformas y herramientas como los visores de realidad virtual para una representación 3D del proyecto. Ejemplos de este tipo de visualizaciones son las maquetas virtuales, las cuales permiten al usuario observar el modelo desde diferentes ángulos, y los recorridos a través de ambientes virtuales simulados, permiten a la persona desplazarse dentro del ambiente diseñado.

Los visores de realidad virtual son los elementos utilizados para la visualización de arquitectura en un estado virtual en tiempo real. Lo real de la experiencia obtenida por la persona se coloca los visores y obedece a una manipulación de la percepción, permitiendo así a la arquitectura volverse un espacio capaz de generar una reacción en la persona, Flachbart y Weibel²⁶ consideran la arquitectura como un objeto cuántico capaz de encontrarse en dos estados al mismo tiempo, en un estado real y virtual.

“Los edificios fueron una vez dibujos materializados, pero ahora, cada vez más, se materializan de información digital diseñada y documentada en sistemas de diseño asistidos por computadora, fabricados con maquinaria controlada digitalmente, ensamblados en el sitio con la ayuda de equipos de posicionamiento y colocación digital.” - William J. Mitchell²⁷

Conocer el desarrollo de nuevas tecnologías en las disciplinas proyectuales, resulta de gran importancia y pertinente para comprender la percepción que se tiene de un diseño, o

²⁶ Georg Flachbart and Peter Weibel, *Disappearing Architecture. From Real to Virtual to Quantum*, ed. Birkhäuser (Basel, Switzerland: Birkhauser, 2005). Pág.15

²⁷ Flachbart and Weibel. Pág.80

podría tratarse de una deformación del entendimiento del espacio. Yao²⁸, en su conferencia de la herramienta *Oculus*, menciona a la realidad virtual como una herramienta de representación gráfica capaz de generar información de los espacios, así como de engendrar un sentido de la responsabilidad que compete al diseñador de estos espacios virtuales, debido a que se diseñan experiencias consientes para las personas, ya que mediante los lentes de RV²⁹ el usuario se encontrara recibiendo la información del ambiente que lo rodea, manipulando así su sensación.

El ser humano recibe la información del mundo que lo rodea por medio de los sentidos, es importante señalar, en el momento en el que el usuario se coloca los visores de realidad virtual, se le priva del recibir información de lo que pasa a su alrededor. La información que se presenta ya sea visual o auditiva, es la única información que le permite generar una idea del entorno en el que se encuentra, volviendo la experiencia algo real, haciéndolo capaz de reaccionar y comportarse de acuerdo con la realidad presentada.

En este sentido, la pertinencia de realizar un estudio para la comprensión de la percepción de un espacio, representado en un ambiente virtual simulado y contribuir al entendimiento de manera más consiente la información que se está generando en cuanto a arquitectura y la incidencia que estos podrían llegar a tener una vez realizada su construcción. Por medio de un análisis de los factores de la realidad virtual una herramienta para la pre-valoración de proyectos arquitectónicos.

²⁸ Richard Yao, *Oculus Connect: The Human Visual System and the Rift*, 2014, <https://www.youtube.com/watch?v=6DgfiDEqfaY>.

²⁹ RV. Realidad Virtual.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el arquitecto utiliza diversas herramientas para la presentación de proyectos de manera gráfica; por ejemplo, la técnica a mano alzada mediante bocetos que muestran distintas perspectivas del objeto o de forma digital mediante *softwares* que presentan diferentes vistas en tercera dimensión de todo el conjunto.

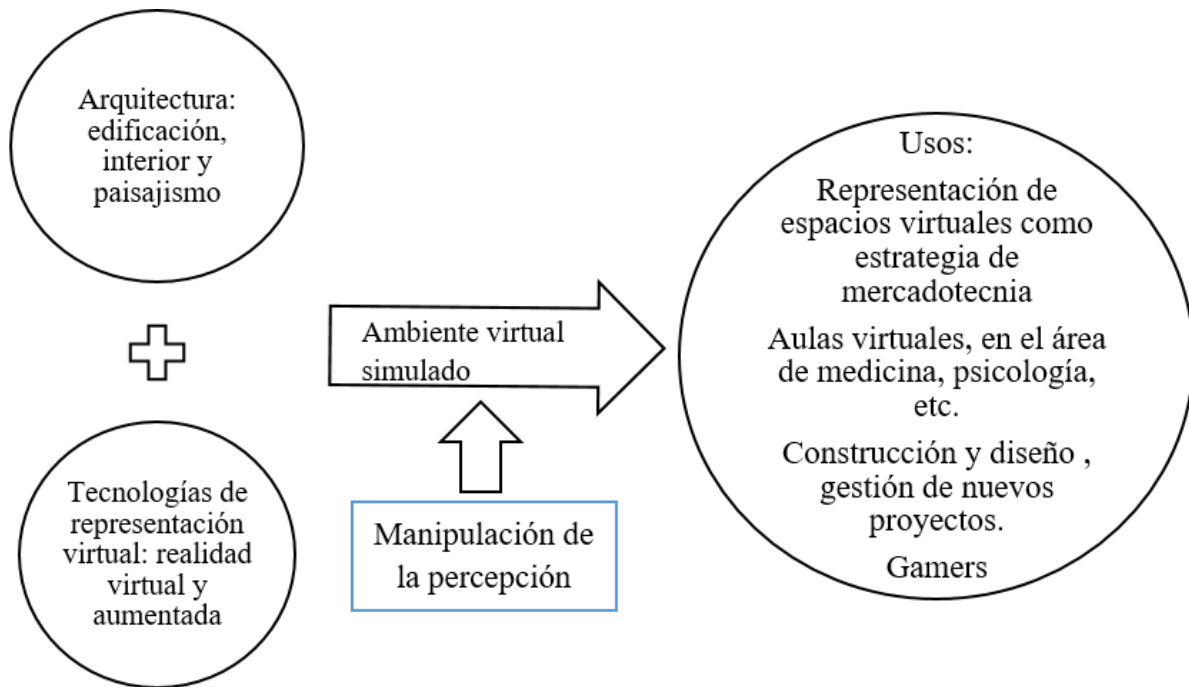


Figura 3. La arquitectura y tecnologías de representación virtual. Encerrado³⁰ 2019.

La arquitectura ha logrado una transición de sus procesos de diseño y presentación a la tecnología, mediante el uso de diferentes herramientas como los ordenadores, que permiten el uso de *softwares* para un modelado virtual de un proyecto, en cuanto a su representación existen herramientas que permiten su visualización en entornos virtuales (Figura 3. La arquitectura y tecnologías de representación virtual), en este ambiente virtual, el profesionista

³⁰ Luisa María Encerrado Manríquez, elaboración propia para documento de tesis. 2019

que se encarga de modelar el proyecto cuenta con una oportunidad de manipular la percepción del usuario, con el fin de cumplir diferentes funciones, ya sea para entretenimiento del usuario, presentación de espacios que se van a construir, como técnica enseñanza en escuelas, para realizar museos interactivos, elaborar estudios de enfermedades mentales, etc.

La visualización que se obtiene de un proyecto arquitectónico en la realidad virtual anexa elementos de percepción a la presentación del diseño como lo son la espacial, visual y en algunos casos la auditiva, el entorno virtual simulado puede aportar una experiencia dentro del espacio antes de su materialización y ayudarnos a develar si se cumple la intención con la que fue creado tal vez de una forma anticipada a la habitual.

La visualización de entornos virtuales mediante el uso de realidad virtual o aumentada dentro del campo laboral se ha vuelto cada vez más frecuente, por lo que, algunas universidades han replanteado sus programas formativos en las diversas disciplinas proyectuales que utilizan como principal herramienta de trabajo la representación gráfica.

En los modelos de enseñanza de las disciplinas proyectuales como el Diseño de interiores y la Arquitectura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) esta transición de procesos manuales de diseño al uso de *softwares* en un ordenador para presentar proyectos, se lleva de manera gradual durante la formación profesional, se imparten asignaturas que permitan al estudiante desarrollar la comprensión del espacio desde la perspectiva del usuario dentro de un concepto de confort y funcionalidad, además de la implementación de herramientas de proyección grafica para la presentación de proyectos de manera manual y virtual.

Para explicar la transición de ciertos procesos entre las técnicas manuales y las virtuales que involucran programas arquitectónicos automatizados, se analizará la clasificación del dibujo técnico realizada por Ramas³¹, el cual lo divide en dibujo natural, continuo, industrial y definido, y lo entrelazaremos con la formación que tuve a lo largo de la Licenciatura en Diseño de Interiores. El dibujo natural se nos describe como un modelo que se copia directamente de otro, durante las clases del primer semestre se nos enseñaba a

³¹ Ramas, C. G. Y. P., & TÉCNICO, "Dibujo Tecnico."

trabajar el dibujo de manera manual y a representar con un trazo a mano alzada elementos del paisaje natural que tiene la universidad, lo cual nos ayudaba a comprender temas de escala, luces, sombras, perspectiva, formas de representación de diversas texturas, colores, etc.

El dibujo continuo se explicaba en los siguientes semestres con base a ilustraciones que nos permitían comprender el ornamento esculpido o pintado que conformaban molduras o cornisas en los diversos estilos que existen dentro del diseño. El dibujo industrial utiliza los primeros semestres con el trazo de piezas sobre una montea con el uso de coordenadas en un plano delimitado, posteriormente este conocimiento se aplicó en *softwares* que manejaban diferentes planos para el trazo de modelos.

Por último, el dibujo definido el cual es suma de todos los conocimientos adquiridos anteriormente para la comunicación de ideas concretas de una persona o propias por medio de proyecciones graficas que suman un espacio arquitectónico interior. El migrar de un proceso manual a lo virtual se vuelve algo orgánico cuando concibes las bases de lo que es un espacio y como se representa de manera conjunta. Sin embargo, este proceso formativo no llega a la implementación de equipos de representación gráfica como realidad virtual y aumentada, la Licenciatura en Diseño Digital de Medios Interactivos se encuentra como pionera en el uso de este tipo de tecnología dentro del ámbito institucional en la UACJ.

En universidades como el Tecnológico de Monterrey se llevó a cabo la impartición de la asignatura técnicas de negociación y comercialización internacional utilizando la realidad virtual colaborativa como una herramienta interactiva entre alumnos de los campus ubicados en Guadalajara, Monterrey y Querétaro, este tipo de modelos pedagógicos transporta la mente del alumno a contextos y situaciones que no siempre se encuentran disponibles en el campo, Villanueva³² nos comenta que se puede implementar dentro de esta plataforma el uso de presentaciones, videos y notas, así como el desarrollo de ejercicios y la realización de un examen final, además de mencionar este como una de las varias innovaciones educativas que existen sobre el uso de este tipo de tecnología.

³² Asael Villanueva, “El Futuro Llegó: Da Tec Clases Con Realidad Virtual Colaborativa,” Redacción CONECTA, n.d., <https://tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/el-futuro-llego-da-tec-clases-con-realidad-virtual-colaborativa>.

Otra implementación en cuanto al uso de la representación de espacios mediante visores de realidad virtual, en el campo de la enseñanza, se encuentra el caso de la Universidad Pontificia Bolivariana³³, la cual utiliza la tecnología de realidad virtual para simular un ambiente hospitalario que permita plasmar escenarios hipotéticos a los que se encuentran expuestos los profesionistas diariamente, para brindar a los internos de nuevo ingreso un panorama más amplio y mejorar su respuesta de reacción ante estas situaciones.

La experiencia en el espacio virtual ha permitido también su aplicación en diversas disciplinas fuera del diseño, el estudio que nos presenta el profesor José Gutiérrez Maldonado³⁴, de la Universidad Oberta de Cataluña, en una conferencia organizada por el Máster universitario en Psicología, Salud y Calidad de Vida (UOC) y el grupo de investigación PSiNET (Psicología, Salud y Red) del Internet International Institute (IN3), menciona cuales son los diferentes usos que se le ha dado a este tipo de tecnología en la rama de la psicología. El ser humano está en constante participación con experiencias virtuales, ya que el cine y las empresas de videojuegos, se basan en experiencias basadas en hacer sentir al espectador que participa en las realidades que presentan estas dos industrias del entretenimiento.

Durante esta conferencia presenta diversos experimentos que se llevaron a cabo para ver los diferentes usos que podía presentar este tipo de tecnología, así como de las sensaciones que puede ocasionar en una persona. En cuanto a la rama de la psicología nos plantea un universo muy extenso de posibilidades en las que se puede aplicar este tipo de tecnología sobre todo en los trastornos de ansiedad, las cuales se tratan mediante formatos de exposición y en este caso como una simulación virtual, se ha utilizado para tratar fobias a volar, acrofobia, trastorno por estrés postraumático (en veteranos de Estados Unidos), claustrofobia, trastornos alimenticios, adicciones, etc. Este tipo de tecnología ofrece un mejor control de variables en cada situación y la posibilidad de superar los niveles de exposición de si se estuviera realizando en vivo.

³³ Universidad Pontificia Bolivariana - UPB, *Ambiente Pre Hospitalario En Realidad Mixta –UPB Colombia.*, 2018, <https://www.youtube.com/watch?v=gzduLuwsFmU>.

³⁴ José Gutierrez Maldonado, *Aplicaciones de La Realidad Virtual En Psicología Clínica y de La Salud*, 2014, https://www.youtube.com/watch?v=u13eO_ZvVoM.

Otro caso en el que se emplea este tipo de tecnología durante el tratamiento de enfermedades, es el que se desarrolla en un hospital de Buenos Aires, esta iniciativa de utilizar la realidad virtual durante tratamientos de gente con cáncer surgió del grupo Ñoño³⁵, la cual tiene como objetivo poner al paciente en un ambiente menos hostil que el de una sala donde reciben medicación, mediante el uso de las gafas de realidad virtual y presentándole diferentes ambientes, los cuales son descritos por una cofundadora del grupo como lugares tranquilizantes, el paciente al que se le colocaron las gafas describe esta experiencia como algo relajante.

Este tipo de herramientas tecnológicas en la representación de espacios podría favorecer y otorgar atención de problemáticas más puntuales como las que se gestionan en el proceso de certificación de un proyecto sostenible.

El proceso de certificación LEED³⁶ (*Leadership in Energy and Environmental Design*) permite evaluar el porcentaje de sustentabilidad que tiene una construcción, la evaluación contiene varios sistemas para casas, locales comerciales, naves industriales, etc., y dentro de estas se localizan diferentes categorías para evaluar la planeación en el uso de agua y energía, la ubicación y el transporte, son algunas de ellas, durante este proceso se piden como requisitos diversos análisis del edificio que garanticen un uso responsable de los recursos, además de promover la creación de nuevas estrategias que ayuden a realizar procesos dentro del edificio de manera pasiva sin el uso de energía.

Para realizar una certificación de este tipo se llevan a cabo cuatro etapas: planificación, diseño, construcción y análisis post ocupacional, la presentación de los proyectos se realiza en la mayoría de los casos de forma física mediante el uso de apoyos visuales como planos impresos, vistas, renders, etc., los cuales pasan por varias modificaciones a lo largo de la aprobación del proyecto, y estas presentaciones constantes con un uso elevado de impresiones como apoyo visual solo incrementan la cantidad de papel utilizado en el mundo y en la mayoría de los casos desperdiciado en el proceso para lograr llegar al diseño final, la implementación de la realidad virtual como una herramienta de

³⁵ Machi VR, *¿Cómo La Realidad Virtual Ayuda a Pacientes Con Quimioterapia?*, 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=rt6cY7muaCc>.

³⁶ LEED, "LEED Green Building Certification USGBC," 2019, <https://new.usgbc.org/leed>.

presentación permite tener una experiencia inmersiva dentro del proyecto durante la fase de modificaciones, esto podría ayudar a reducir el uso de apoyo visual impreso para la comprensión de un espacio arquitectónico y optimizar la gestión de proyectos arquitectónicos para su construcción.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo con la realidad virtual, siendo una herramienta de presentación, se puede conocer la percepción general del usuario de un proyecto arquitectónico a través del uso de un ambiente virtual simulado?

SUPUESTO

Mediante el uso de la realidad virtual como una herramienta en la presentación de proyectos dentro de un ambiente virtual simulado, se puede conocer el efecto perceptivo general de un espacio arquitectónico, tomando en cuenta variables de visión, audio y paralaje.

OBJETIVOS

Objetivo general

Conocer la percepción general que se obtiene de un proyecto arquitectónico en un ambiente virtual simulado, para su implementación como una herramienta de presentación en la evaluación de proyectos.

Objetivos específicos y metodológicos

1. Conocer las variables de percepción que se encuentran dentro de un ambiente virtual simulado de un proyecto arquitectónico.
 - 1.1. Experimentar un ambiente virtual simulado con el equipo de realidad virtual.

2. Analizar la percepción general de un usuario dentro de un modelo arquitectónico en un ambiente simulado, como una experiencia espacial.
 - 2.1. Realizar el modelado de un proyecto arquitectónico para su visualización en equipos de realidad virtual, desarrollando elementos de percepción visual y auditiva, de interacción y movimiento dentro del entorno virtual simulado.

3. Identificar los alcances de la Realidad Virtual como una herramienta de presentación de proyectos en la disciplina proyectual de arquitectura, para la evaluación de modelos en ambientes virtuales simulados.
 - 3.1. Desarrollar un instrumento de tipo cualitativo que permita medir la percepción general obtenida del modelo experimentado en realidad virtual.

CAPITULO 1.

MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

En el siguiente apartado se describen conceptos y temas sobre el desarrollo de un proyecto de construcción, así como el proceso de diseño, las herramientas y técnicas implementadas para su expresión gráfica, el uso de la tecnología en procesos de representación tridimensional y su visualización en entornos virtuales inmersivos. Lo anterior para comprender la migración de la arquitectura a los ambientes de realidad virtual y el uso de estos como herramientas para la representación de proyectos de construcción antes de su materialización, debido a que este estudio pretende situar a la arquitectura como una disciplina proyectual capaz de experimentarse en el plano virtual con el uso de la tecnología, que permitiendo su experiencia desde lo desmaterializado ayude a comprender su intensión como un espacio diseñado, así como explorar sus posibles usos a partir de un entorno virtual simulado.

Disciplinas proyectuales

Estas son aquellas que parten del uso de proyecciones graficas para la comunicación de ideas, desde un conocimiento de técnicas de dibujo mediante las cuales se puede tener una conceptualización de la dimensión mental a la física

Husted³⁷ define el diseño como una ciencia proyectual capaz de responder mediante formas a las necesidades espaciales del hombre, afirma que este término fue utilizado por primera vez por Tomás Maldonado un artista y diseñador, y que a partir de esto se consideró a la arquitectura y al arte como núcleos generadores del pensamiento proyectual. El termino disciplina proyectual hace referencia de aquellas con la capacidad de creación y representación de formas u objetos irreales, los cuales son capaces de transmitir información acerca de ellos antes de su materialización. La acción de poder plasmar lo que se encuentra

³⁷ Silvia Husted Ramos, "Realidad Aumentada: Comunicar Diseño a Través de Lo Invisible.," *Taller Servicio 24 Horas*, 2016.

en la mente puede ser un ejercicio complejo si no se desglosa de manera ordenada la información que se desea transmitir, esta forma de comunicación resulta indispensable para algunas personas cuyo entendimiento resulta más visual, donde el tener que dibujar algo para su explicación o comprensión se vuelve indispensable.

Dentro de la arquitectura y el diseño de interior se realizan una serie de representaciones que permiten mostrar un proyecto de manera visual que brinde información del modelo en un medio gráfico, en muchos el diseño se desarrolla de manera conjunta entre ambas disciplinas, ya que una se encarga del cascaron constructivo con funciones específicas que definen el contorno del interior, y la otra de un entorno lleno de usos y relaciones sociales. La construcción es un espacio que se desarrolla a partir de una complementación entre dos entornos: interior y exterior, por lo que considero importante la participación de ambos en la evaluación un proyecto arquitectónico para mejorar la consistencia de los lugares que habitan las personas.

De acuerdo con Gibbs³⁸ en el diseño la flexibilidad y una mente abierta se vuelven elementos claves en el desarrollo de un espacio que potencialice sus aspectos funcionales y estéticos. El diseñador tiene que estar siempre dispuesto a adquirir nuevo conocimiento para nutrir o modificar el ya establecido, de esta manera la cualidad de diseñar espacio para hombre se encuentra en una constante transformación, al igual que las herramientas para expresión gráfica, las cuales han ido enriqueciendo y complementando el proceso de diseño de las disciplinas proyectuales.

Las disciplinas proyectuales se nutren de una comprensión teórica y experimental, dentro del ámbito profesional algunos de los conocimientos adquiridos en el medio institucional se modifican o incrementan. Factores de tiempo, económicos y sociales se readaptan al concepto de cliente, el diseñador necesita ser capaz de trabajar en colaboración, adaptarse a diversas circunstancias o prioridades, para responder de una manera clara y rápida a las preocupaciones e imprevistos que pudieran surgir, así como el poder presentar un proyecto que contenga los aspectos fundamentales de lo que se desea realizar en el espacio, para una comprensión clara y precisa por parte del usuario.

³⁸ Jenny Gibbs and Simon Osborne, *Diseño de Interiores: Guía Útil Para Estudiantes y Profesionales*, ed. S.A. Editorial Gustavo Gile (Barcelona, España, 2006).

La arquitectura como un lugar

Dentro de las disciplinas proyectuales relacionadas al diseño existen dos momentos de presencia espaciales, el primero se desarrolla en la representación gráfica y el segundo en su materialización. Lévy³⁹ se refiere a esta cualidad material e inmaterial como algo propio de las sustancias y los objetos, la idea se traslada a un entorno donde puede ser modelada y ajustada con nuevo conocimiento, su visualización marca un punto existencial que, aunque no material tiene una presencia en el mundo gráfico o virtual para ser comprendida por las personas, el segundo momento ocurre cuando su experiencia se vuelve algo tangible para las personas mediante su construcción.

El autor Muntañola⁴⁰ define a la arquitectura como un lugar, una estructura mental lógica que tiene la gente en el proceso de representación de lugares la cual nos lleva a una prefiguración antes de la creación, este proceso puede ser de manera mental y apoyarse de recursos visuales como bocetos, como un apoyo para plasmar pensamientos iniciales en un trazo que marcara la guía para modelar y definir lo que se desea diseñar. Para llevar a cabo su prefiguración, el ser humano se basa de distintas facultades: el intelecto, la memoria, la imaginación y sensación.

Se podría sugerir que la opinión del autor forma parte del primer momento espacial descrito, como algo inmaterial que solo se percibe mediante la vista, arquitectos y diseñadores reconocen el espacio incluso antes de su materialización como un lugar capaz de evocar sensaciones, apelar a la memoria y de trasladar la mente del cliente al espacio que se encuentra observando la imagen presentada, un ejemplo de esto ocurre cuando se observan imágenes de espacios arquitectónicos en revistas, internet, películas, etc., y la persona es capaz de identificarse con esos ambientes e incluso prefigurar su presencia en ellos realizando alguna actividad. Susta y Macchi⁴¹ señalan que las actividades relacionadas al diseño tienen su fundamento en el mundo de las ideas, de lo irreal que existe en la mente de las personas y

³⁹ Pierre Lévy, *¿Qué Es Lo Virtual?*, ed. SAICF Paidós, Paidós Ibé (Buenos Aires, 1999).

⁴⁰ Josep Muntañola Thornberg, *La Arquitectura Como Lugar* (Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1974).

⁴¹ Carolina Susta and Alejandra Macchi, "LAS PLATAFORMAS DIGITALES Y LOS MODELADORES 3D EN LAS DISCIPLINAS PROYECTUALES . MODELO VIVIENDA EN RED," in *IV JORNADAS DE INVESTIGADORXS, GRUPOS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN*, ed. Facultad de Humanidades (Universidad Nacional de Mar del Plat, 2018), 279–95.

en la propia, el diseñador es capaz de comunicarlo a la sociedad mediante el lenguaje de la representación gráfica y esto a su vez nos ayudara a conducirla a un desenlace dentro del momento de materialización.

El avance de la tecnología ha dado como resultado la creación de medios gráficos que permitan a la persona interactuar con el espacio desde una dimensión inmaterializada, mediante su elaboración en *softwares* de diseño que pueden ser compatibles con equipos de realidad virtual para presentar entornos simulados, con oportunidad de interacción y movimiento dentro de ellos, desarrollando así experiencias espaciales virtualizadas.

Experiencias espaciales virtuales.

Dentro del proceso proyectual de un diseño existe una intencionalidad y momentos que son influenciados por los instrumentos que se tiene para el proceso creativo, en el caso del uso de técnicas virtuales, los elementos que se pueden agregar en la representación se vuelven mayores en comparación a cuando se realiza de manera manual, así como de las diferentes proyecciones que se pueden obtener de un solo archivo de diseño.

En el caso de la representación Morelli⁴² considera que el modelado sólido 3D brinda una inmejorable visualización en cuestión a formas y espacios, además de facilitar las tareas de dibujo y resolver aspectos de geometría descriptiva en las diferentes proyecciones y herramientas que nos ofrecen los *softwares* al momento de diseñar, además de la oportunidad de agregar texturas y acabados realistas a los proyectos que aportan un gran realismo a la imagen, de acuerdo con el autor la implementación de estas herramientas en el modelado dan la oportunidad al diseñador de repartir una mayor parte del tiempo en el diseño y menos en la elaboración de trazos entendibles con técnicas manuales.

Para la presentación del diseño se le suma un nuevo aditamento con el uso de tecnologías inmersivas, que permite al usuario tener una experiencia en espacios virtuales, haciendo que el diseñador enfoque su atención durante el modelado de estos entornos no solo

⁴² Morelli Rubén Darío, "Prototipos Rápidos Y Reflexión Crítica Como Herramientas Para Enseñar El Diseño Cad 3D-2D," *Graphica'09* (Argentina, 2009).

en el realismo que pueda brindar, sino también en la lógica del recorrido que se va a presentar. Los equipos de realidad virtual permiten al profesionalista incluir aspectos de interacción con el espacio diseñado, así como efectos de iluminación o sonido que estén interactuando con la persona durante su experiencia. De igual manera su uso presente aligerar la interpretación de un diseño hacia un cliente.

Representación y presentación de modelos

De acuerdo con Hidalgo⁴³ la representación busca poner en materia un pensamiento, objeto, palabra, sonido, etc., en el diseño la imagen es la representación material de algo para permitir que pueda ser transmitido. Por otro lado, nos menciona la presentación como el exhibir o mostrar un contenido con sentido a alguien, aunque se encuentran ligadas entre si los conceptos, se puede entender el primero como la dirección hacia una materialización gráfica y el segundo a la acción que realiza un sujeto.

En las etapas para el desarrollo de un proyecto arquitectónico estos procesos convergen para llevar a cabo su construcción, debido a que generalmente su aprobación para ser realizadas depende de terceros que actúan como intermediarios en su adecuación, por ejemplo el diseño de una vivienda, el cliente plantea la idea inicial en la mente del arquitecto el cual busca la manera de representarla lo más acertado en una imagen tridimensional que presentara para tener la aprobación del cliente en cuanto al diseño.

La acción de presentar un proyecto hoy en día puede realizarse en medios interactivos como lo son el uso de la realidad virtual o aumentada, en la que el modelo puede mostrarse en una consistencia de modelo tridimensional realizado en *softwares* de diseño, por medio de unos visores o dispositivos electrónicos que permiten su visualización, por lo que el presentar también se vuelve la acción de experimentar el espacio representado, esta experimentación se realiza a cabo mediante la percepción de información dentro de la simulación.

⁴³ Rafael Hidalgo Prieto, "En Torno a La Imagen: Representación, Presentación y Simulación," *Romula 0*, no. 2 (2003): 89–126.

Proceso cognitivo y memoria episódica

El autor Villafane⁴⁴ nos habla de dos planteamientos que suponen el proceso cognitivo que llevan a cabo los seres humanos para adquirir el conocimiento, el primero nos habla de la teoría mentalista, la cual indica a los sentidos como recolectores de información que es corregida a su vez por el conocimiento para evitar suministrar cosas erróneas a la mente, las cuales pueden darse por las diversas captaciones visuales que da la percepción, por otro lado el autor nos habla del proceso perceptivo como un proceso cognitivo, constituido de tres etapas: la recepción de información proveniente de una sensación, el almacenaje informativo que involucra a la memoria y por último el procesamiento de información, fase en la cual interviene el pensamiento.

Se menciona a la sensación como el punto de partida para llevar a cabo el proceso perceptivo, por ser la fuente principal de información acerca del mundo exterior e inclusive de nosotros mismos. En el caso de la sensación visual esta no llega a permanecer por sí misma una gran cantidad de tiempo en la memoria del ser humano, ya que se almacena en la memoria icónica transitoria, descrita por el autor como el primer almacén de memoria donde llega la información sensorial, después se encuentra memoria a corto plazo la cual contiene información obtenida de la repetición y puede ser transferida a la memoria a largo plazo, esta última es donde se almacenan definitivamente alguna información y puede preservarse por tiempo prolongado, es aquí donde podemos encontrar hábitos, lenguaje, destrezas psicomotrices, etc.

El autor Carrillo⁴⁵ nos habla de la memoria episódica, la cual podemos ubicarla según el esquema que se muestra a continuación en la memoria a largo plazo, debido a que involucra procesos sensoriales, de percepción, conceptuales y afectivos. La memoria icónica transitoria se plantea como un almacenamiento temporal de la información sensorial que recibimos del

⁴⁴ Justo Villafane, *Introducción a La Teoría de La Imagen*, Ediciones Piramide (Grupo Anaya S. A., 2006.

⁴⁵ Paul Carrillo, "Sistemas de Memoria: Reseña Histórica, Clasificación y Conceptos Actuales. Segunda Parte: Sistemas de Memoria de Largo Plazo: Memoria Episódica, Sistemas de Memoria No Declarativa y Memoria de Trabajo," *Salud Mental* 33, no. 2 (2010): 197–205, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252010000200010.

mundo, esta información es retenida por lapsos pequeños y después puede ser desechada, en el caso que la información se adquiera de forma repetitiva, esta se almacena en la memoria a corto plazo y puede trascender como un hábito a una memoria a largo plazo. Dentro de la memoria a largo plazo se puede integrar la episódica, ya que esta consiste en información que se obtiene de conceptos, destrezas psicomotrices, lenguaje, hábitos, etc., las cuales involucran una percepción más amplia como lo es el experimentar.

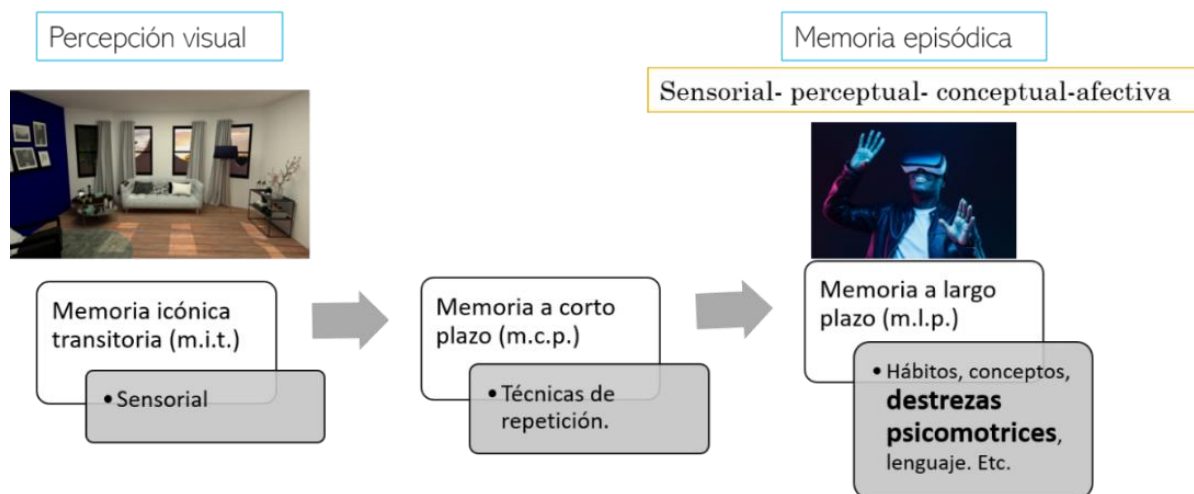


Figura 4. La imagen y la experiencia virtual en la memoria. Encerrado, 2020.

En el esquema de la Figura 4, se pueden ubicar los elementos gráficos de presentación dentro de estos tres momentos de la memoria que describimos anteriormente, el render al ser percibido únicamente de manera sensorial a través de la visión se almacena en una memoria transitoria que puede ser olvidada en cierto periodo de tiempo, por otro una experiencia dentro de un ambiente virtual simulado pretende el uso de destrezas psicomotrices que permiten la permanencia de la información de una manera más prolongada.

La imagen por sí sola no logra una permanencia prolongada en la memoria del ser humano, en el caso de las disciplinas proyectuales se busca obtener una presentación memorable en cada uno de sus modelos, y opta por tomar en cuenta todas las sensaciones perceptivas durante la presentación, ya que de esto dependerá el cómo sea la percepción de la información, su almacenamiento y su permanencia en la mente de la persona. Al pensar la

presentación como una experiencia para el usuario, se puede llegar a comprender la importancia que tienen las sensaciones y el medio en el que se transmite la información.

Elementos sensoriales en la percepción

La manera en la que se percibe la arquitectura abarca un espacio sensorial, de acuerdo con el autor Sánchez⁴⁶ la percepción es vinculada a la sensación, la cual a su vez se relaciona con los órganos sensoriales, los cuales son aquellos que permiten llevar a cabo acciones visuales, auditivas, olfativas, gustativas y de tacto, de la información recolectada por parte de los sentidos se puede hacer un criterio de percepción que la persona puede definir como sensación, a través de un adjetivo calificativo que lo ayude a definir su experiencia dentro del entorno que se le presenta.

El autor desarrolló una tabla donde nos muestra las propiedades perceptivas que podemos adquirir mediante nuestros sentidos de la arquitectura, por lo tanto, para esta investigación nos enfocaremos en aquellos que se refieren a lo visual y auditivo.

Oído: Sonido, volumen vacío, oscuridad, superficies, contornos, bordes, interioridad, eco, medir, escala, intimidad, monumentalidad, hospitalidad, hostilidad, contacto, silencio, tranquilidad.

Vista: Luz, iluminación, penumbra, sombra, proporción, escala, orientación, materialidad, forma bidimensional y tridimensional, tiempo, distancia, profundidad, dirección, exterioridad, textura, color, exterior, interior.

Dentro de la experiencia sensorial que se tiene de un espacio arquitectónico existe un periodo de transferencia, entre el conocimiento que se está adquiriendo del entorno con el que ya se tiene previamente de sucesos pasados, por lo que, si se nos privara de alguno de nuestros sentidos durante nuestra experiencia, los demás sentidos que se encontraran activos y el conocimiento previo del que tenemos de lo que estamos percibiendo, estos se complementarían para brindarnos información del espacio.

⁴⁶ Hessman Darío Sánchez Olaya, "El Aprendizaje de La Percepción Del Espacio Arquitectónico" (Universidad Nacional de Colombia, 2017).

Los sentidos se complementan entre sí y existe una transferencia de información importante entre ellos, por ejemplo, el autor nos menciona como el visualizar un espacio, nos brinda una necesidad de interactuar con los objetos que se encuentran dentro de él, referimos sonidos y olores con espacios cuando los observamos y en cuestión a el gusto nuestra memoria sensorial nos puede definir texturas de elementos. De igual manera, al escuchar un entorno arquitectónico, los sonidos nos permiten percibir cualidades de amplitud o estrechez, anticipamos la escala del lugar, así como la asociación sabores y olores referentes al sonido que percibimos del espacio.

Estas cualidades del espacio que se pueden percibir del sentido de la vista y el oído nos ayudan a evaluar un espacio desde diferentes perspectivas, por lo que es importante tener claridad respecto a los objetivos que se quieren lograr de la realización de un espacio en cuanto a su respuesta a las necesidades que plantea el usuario, de igual manera considerar los parámetros sensoriales que se pueden abarcar durante la presentación del proyecto, para una correcta transmisión de información de la percepción general que se busca dar de un lugar.

Percepción

El concepto de percepción hace referencia a la interpretación de la información que recibimos a través de los sentidos del entorno que nos rodea, Fuenmayor y Villasmil⁴⁷ definen la percepción como un mecanismo activo, que es selectivo, constructivo e interpretativo, ya que va más allá de lo que se puede sentir, involucra un proceso de comprensión, interpretación y decodificación de signos dentro de un entorno, los cuales nos ayudaran a desenvolvemos dentro de él y responder de acuerdo a la información que estamos adquiriendo.

⁴⁷ Gloria Fuenmayor and Yeriling Villasmil, "La Percepción, La Atención y La Memoria Como Procesos Cognitivos Utilizados Para La Comprensión Textual," *Revista de Artes y Humanidades UNICA* (Maracaibo, Venezuela, 2008).

Los procesos cognitivos de la percepción son definidos por Lachat⁴⁸ desde la teoría constructivista, la cual afirma que nuestra visión del mundo es construida en base a la información que nos brinda el entorno y la que tenemos almacenada, es una interpretación personal de la realidad, nos menciona percibir como la construcción de un objeto que involucra una relación establecida entre presente y pasado y se vincula con la experiencia del perceptor, es un proceso de asociación que involucra tiempo y experimentación, el conocimiento previo adquirido de una acción relacionada con los sentidos: vista, tacto, gusto, oído y olfato, son las que nos ayudan en el proceso de percepción.

Además de ser una actividad esencial en la adaptación de una persona en un entorno físico, la importancia al momento de diseñar un entorno virtual, el buscar que su experiencia se desenvuelva de una forma orgánica y que los elementos visuales tengan una calidad correcta que permita la adaptación de la persona, de lo contrario podría ocasionar daños en la salud del usuario como mareos o dolores de cabeza el uso de equipos para la realidad virtual.

A continuación, se describen algunas de las percepciones que se analizan durante el estudio de los entornos virtuales simulados como una herramienta en la evaluación de espacios arquitectónicos:

La percepción visual

Investigaciones anteriores en neurología y neurobiología han demostrado que el acto de ver como lo menciona Lachat se realiza en el cerebro, en la corteza visual. El ojo es la pantalla que recibe la información que envía al nervio óptico y esta llega a la corteza visual para su interpretación y poder producir así la visión.

Wilches⁴⁹ menciona que la visión de un objeto se encuentra ligada con un conocimiento conjunto que nos indica que se puede hacer con el objeto, composición, el uso, la forma, el color, etc. Aunque este proceso sea algo que realicemos de manera inconsciente,

⁴⁸ Christina Lachat Leal, "Percepción Visual y Traducción Audiovisual: La Mirada Dirigida," *MontI. Monografías de Traducción e Interpretación* 4, no. 4 (2012): 87–102, <https://doi.org/10.6035/monti.2012.4.4>.

⁴⁹ Carlos Wilches, "Sensación, Percepción y Conciencia. Hacia Un Enfoque Sensoriomotor de La Percepción Visual," *Revista Diálogos* 4, no. 1 (2013): 17–22.

la información que adquirimos del medio a través de la vista se selecciona de manera intencional y este conocimiento que vamos incrementando nos ayuda a enriquecer el proceso de interpretación.

La decodificación que hacemos de un espacio mediante la visión junto con la información que adquirimos de los espacios en los que interactuamos de manera diaria, nos ayudan a tener una interpretación del espacio que nos permita catalogarlo como agradable, desordenado, descuidado, etc. Este análisis se vuelve muy subjetivo, pero nos permite comprender como realizan las lecturas del espacio los usuarios y los aspectos que tenemos destacar durante su presentación.

La percepción acústica

El ruido ambiental que se encuentra en los espacios que habitamos depende mucho del contexto en que nos encontremos, en la ciudad las fuentes sonoras suelen ser diferentes a las de un medio rural, ya que en este encontramos una mayor cantidad de vehículos, de personas en la calle y estos sonidos van ligados de las actividades que se realicen en ella.

López y Guillén⁵⁰ afirman que existe una relación entre los estímulos visuales y auditivos para la valoración de un espacio, esto como resultado de diversos estudios que analizan los ambientes urbanos como lugares con altos niveles de ruido. Dentro de su investigación encontraron que existe la incidencia de las relaciones audiovisuales para la valoración de un ambiente dependen de los diferentes niveles de estímulos sonoros y visuales, además de las características del ambiente sonoro. El ambiente visual contiene su interpretación ligada al contexto en el que se encuentre, por lo que es importante para la evaluación espacial el ambiente sonoro que rodea el espacio.

Este tipo de percepción audiovisual se presenta en la cinematografía, la cual relaciona esquemas de audio y visuales para la presentación de entornos, buscando transmitir sensaciones, evocar emociones y comunicar información en la mente de la persona, como en

⁵⁰ Isabel López Barrio and José Domingo Guillén Rodríguez, "Calidad Acústica Urbana: Influencia de Las Interacciones Audiovisuales En La Valoración Del Ambiente Sonoro Urban Sound Quality: Influence of Audio-Visual Interactions on Sound Environment Assessment," *Medio Ambient. Comport. Hum* 6, no. 1 (2005): 101–17, [http://sonsdevilalba.abrahamfelpeto.es/paginas/documentacion/documentos/Calidad acustica urbana.pdf](http://sonsdevilalba.abrahamfelpeto.es/paginas/documentacion/documentos/Calidad%20acustica%20urbana.pdf).

el caso de los anuncios, documentales, etc. Entender la correlación entre el sonido que percibimos de los entornos y nuestra manera de desenvolvernos en ellos se vuelve un factor importante, sobre todo al momento de construir ciudades, donde se exponen a las personas a diferentes fuentes de ruidos de una manera constante y a volúmenes inapropiados que podrían estar causando un deterioro en la salud de una forma casi imperceptible.

La percepción espacial.

Este tipo de percepción involucra diferentes procesos para un mejor entendimiento, de acuerdo con el autor Mañana⁵¹ las técnicas para un análisis de la percepción dentro de la experimentación del entorno virtual el movimiento y lo visual, conforme el sujeto recorre el espacio puede ir descubriendo más elementos visibles que conforman el entorno en el que se encuentra. Los análisis de movilidad dentro de un espacio se relacionan con la oportunidad que tiene una persona de circular a través de él y de la lógica de cómo se encuentran ubicados los espacios, Chateau⁵² nos describe esta experiencia como un proceso que se lleva a cabo de manera fragmentada en relación con la totalidad del edificio y su distorsión de la percepción visual puede afectar la lectura del espacio. De acuerdo con el autor el espacio tiene una lectura fraccionada por parte del espectador, el cual va uniendo las interpretaciones que va adquiriendo para crear una imagen completa del entorno, cuando la distribución del espacio contiene muros que impiden la visualización dentro de él, esto impide una lectura favorable del diseño.

Debido a los diferentes avances tecnológicos, Lévy⁵³ nos habla de una virtualización del cuerpo mediante los sentidos, para la cual nos han ido preparando los diversos avances tecnológicos, el teléfono para el oído, la televisión para la vista, entre otros, la realidad virtual pretende la virtualización de la mente en una presentación del mundo a través de unos visores y controles que nos permiten vivir un escenario hipotético o utópico. Las nuevas técnicas de presentación logran situar este espacio inmaterial en un entorno perceptivo más amplio, el

⁵¹ Patricia Mañana Borrazás, "Arquitectura Como Percepción," *Arqueología de La Arquitectura*, no. 2 (2003): 177–83, <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2003.44>.

⁵² Barría Chateau et al., "Evaluación de La Percepción Espacial En Ambientes Virtuales," *Proyecto DIPRODE 990801-3* (Concepción, Chile, 1999).

⁵³ Lévy, *¿Qué Es Lo Virtual?*

autor menciona que la realidad virtual permite la integración de diferentes modalidades perceptivas capaces de aportar la presentación de una experiencia sensorial completa.

PROCESO DE DISEÑO Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Existen diferentes métodos de representación dentro del proceso de diseño que auxilian al profesionalista proyectual a plasmar el concepto del diseño que se desea transmitir, que permiten la creación de un constructo visual entendible para el resto de los involucrados con el proyecto. La representación gráfica puede desarrollarse a través de diversas técnicas que pueden involucrar instrumentos que permitan trabajar la idea de manera manual o virtual, en el siguiente apartado se mencionan algunos de los instrumentos de representación implementados en la arquitectura y diseño de interior para la presentación de diferentes formatos.

Técnicas manuales

En la creación de estos proyectos de construcción se lleva a cabo un proceso de diseño, el cual Estévez⁵⁴ sugiere inicia con la experimentación cuyo fin esperamos nos conduzca a una forma que luego se redefinirá o formulara un programa de acción. Esta aproximación al proyecto arquitectónico deja en un segundo plano los conceptos de proporción y belleza, estos conceptos juzgan más lo subjetivo y estético. El proceso de ideación como señala Galvez⁵⁵ es en el cual surgen ciertas ideas, las cuales son descritas como ideas generadoras, ya que son capaces de evolucionar para dar lugar a un objeto de diseño, durante este proceso se utilizan diferentes técnicas que permiten una representación gráfica del espacio u objeto.

En una disciplina proyectual, bocetar es una práctica común, sencilla, versátil y barata, se lleva a cabo de manera tradicional mediante papel y lápiz. Esta técnica presenta

⁵⁴ Alberto T. Estévez et al., *Arquitecturas Genéticas II* (Barcelona: ESARQ/SITES Books, 2005).

⁵⁵ Alexander Junior's Galvez Nieto, "El Método de Proyecto Análogo-Digital Para El Mejoramiento Del Aprendizaje de La Representación Arquitectónica Dimensional," *Blucher Design Proceedings* (Universidad Ricardo Palma, Perú, 2014), <https://doi.org/10.5151/despro-sigradi2014-0035>.

una gran ayuda en la etapa de generación de ideas de diseño y durante el proceso para ilustrar explicaciones a soluciones rápidas de manera sencilla. En relación con lo anterior, Coles y House ⁵⁶ mencionan que el boceto pretende mostrar una idea preliminar como medio de identificar y esquematizar un aspecto concreto. La esquematización formal de un proyecto se lleva a cabo a través de un proceso que conlleva un trabajo más completo y detallado al del boceto, para lo cual se realizan dibujos y visualizaciones con detalles y acabados técnicos que requieren la utilización de complementos mecánicos, como tableros de dibujo, escuadras o incluso de un ordenador.

De acuerdo con Juroszek⁵⁷ se denomina dibujo al proceso o técnica que se utiliza para representar algo, un objeto, un entorno, una idea mediante el trazo de líneas sobre una superficie. Algunos tipos de dibujos utilizados en proyectos arquitectónicos son:

El dibujo ortogonal

Cole y House señalan que en este se elimina el sentido de perspectiva que permite visualizar al edificio desde una distancia infinita, y puede ser expresado mediante el uso de secciones o alzados. Las secciones son cortes imaginarios a través del exterior de un edificio o del interior, y permiten evaluar las relaciones entre estos, por otro lado, los alzados muestran la fachada de un edificio o construcción y se llevan a cabo junto con los planos.

En relación con lo anterior Plunkett⁵⁸ define que el uso de la vista de sección o en alzado, es la manera esencial de describir cambios de nivel (del suelo o del techo), debido a que la división de la profundidad y proyección de dimensiones se vuelven ambiguas en las vistas en perspectiva. En la decisión de los elementos que compondrán estas herramientas visuales, se debe eliminar la información que resulte ser insignificante.

Plano o planta

De acuerdo con Plunkett la elaboración de una planta resulta esencial en la proyección de un proyecto, debido a que define como se despliegan los espacios y confirma que todo cabe dentro del espacio existente. En relación con la fabricación de planos Coles y House

⁵⁶ John Coles and Naomi House, *Fundamentos de Arquitectura de Interiores* (Barcelona: Promopress, 2008).

⁵⁷ F.D. Juroszek, *Dibujo y Proyecto* (Barcelona: Gustavo Gill, S.L., 2012).

⁵⁸ Drew Plunkett, *Diseño de Interiores, Técnicas de Ilustración* (Gran Bretaña: Parramon. Arquitectura y Diseño, 2009).

definen estos como secciones cortadas a 1,20m-1,50m sobre el nivel de suelo, las cuales pueden variar según las necesidades y circunstancias concretas.

El plano y la sección son los dibujos a escala más convencionales, denotan una gran importancia en el sentido de ubicación y proporción de los espacios, ya que permiten la navegación a lo largo del plano, su grado de dificultad puede variar según el enfoque, y de estos proceden otros tipos de dibujos. Coles y House⁵⁹ definen las dos formas más comunes de dibujos tridimensionales; el dibujo isométrico, en el que las tres dimensiones se representan por tres ejes en ángulos de 120 grados con todas las medidas a la misma escala, y el dibujo axonométrico, el cual resulta ser el método más sencillo de producir una vista tridimensional del espacio interior, en el que el plano del interior se dibuja en un ángulo de 45 grados con respecto al plano horizontal o vertical.

Perspectiva

Plunkett⁶⁰ menciona que su elaboración reúne elementos esenciales de un proyecto y brindan una visión más comprensible de este, los cambios de puntos de vista asemejan a lo que ocurre en realidad cuando accedemos a un interior, debido a que de acuerdo con el autor los ojos enfocan sucesivamente diferentes conjuntos de elementos. En cuanto a su implementación una perspectiva puede contener todos los elementos que se desean mostrar del espacio, y el manejo de diversas vistas de un espacio podría llegar a diluir el conjunto de lo que se quiere transmitir.

Técnicas virtuales

En cuanto a la fabricación de modelos tridimensionales, Coles y House nos hablan de la elaboración de maquetas, como modelos a escala, los cuáles pueden ir de lo más sencillo a lo más complejo estructuralmente, dependiendo de lo que se busque representar, y sirve como soporte a la intención de la arquitectura de interiores de crear una experiencia espacial en cuanto a la presentación de proyectos. En cuanto a su fabricación el autor nos presenta

⁵⁹ Coles and House, *Fundamentos de Arquitectura de Interiores*.

⁶⁰ Plunkett, *Diseño de Interiores, Técnicas de Ilustración*.

diversas delimitaciones que se deben tomar en cuenta para que se cumpla esta función correctamente, como lo son la implementación de colores opacos o blancos, para centrar la atención en las formas espaciales y estructurales que conforman la maqueta, y después complementar esta información con visualizaciones en color.

El proceso de diseño se encuentra a su vez apoyado por el uso de modelos informáticos, cuya elaboración de este tipo de modelos permite el ajuste del punto de vista, ángulo de visión y punto focal, para resultados de mayor efectividad. Coles y House⁶¹, consideran el software como una herramienta, con la capacidad de representar en tres dimensiones datos geométricos almacenados y generados en un ordenador, cuyo uso genera una gran ventaja, por ejemplo, el color puede añadirse a una perspectiva arquitectónica de manera manual, mediante la implementación de materiales de arte y grafismo (acuarelas, lápices de colores, rotuladores, etc.), sobre una superficie plana, en el caso del software este proceso de coloreado, se realiza seleccionando iconos que hacen referencia a pinceles o una cubeta de pintura, que el diseñador es capaz de asociar con esta tarea de agregar color, se selecciona el tono o la textura, y se aplica sobre el elemento al que se le desea agregar material, además se puede agregar más realismo a estos acabados en la imagen, mediante el ajuste de luz, contraste, etc. Una vez terminado este proceso, el diseñador puede escoger como quiere presentar esta perspectiva, la cual puede ser renderizada para dar un realismo fotográfico a la imagen.

Render

La palabra rendering no tiene una traducción exacta, Isorna⁶² presenta como una definición más cercana “representación en color” o “acabado” o “representación gráfica que reproduce efectos materiales y de iluminación”. De acuerdo a Coles y House la renderización, es un software que aplica tramas y textura a las superficies de un modelo informático y tiene como fin representar materiales de aspecto real, es utilizada durante la elaboración de un render, el cual de acuerdo al autor utiliza color y luz para buscar una representación realista de un proyecto o una imagen mediante un modelo informático, la calidad de estas

⁶¹ Coles and House, *Fundamentos de Arquitectura de Interiores*.

⁶² Javier Mondero Isorna, *Aplicaciones Informaticas En Arquitectura* (Barcelona: Alfaomega, 2001).

presentaciones "realistas" dependerá del software y el ordenador, de las necesidades y la habilidad del usuario.

Realidad Aumentada

Estos proyectos modelados en un ordenador mediante el uso de softwares de diseño 3D, pueden exportarse a programas que manejan el uso de realidad aumentada y realidad virtual, para adaptar su formato a los visores de realidad virtual.

La Realidad Aumentada o RA (del inglés *Augmented Reality* o *AR*) de acuerdo con el artículo de Husted⁶³ se define como un conjunto de tecnologías que permiten tener una visión mejorada y aumentada de la realidad con información sintética mediante la superposición en tiempo real de archivos digitales multimedia en 2D o 3D, que pueden percibirse a través de la cámara web de un dispositivo móvil.

Este tipo de tecnología permite la fusión de la visión del mundo real con elementos virtuales no es nuevo, a pesar del nuevo realce que ha tenido con el surgimiento de nuevas aplicaciones interactivas para dispositivos móviles. En 1997, Ronald Azuma presenta el primer estudio sobre RA, en su publicación describe los aspectos más relevantes y menciona tres características fundamentales para esta, y nos brinda su propia definición de un sistema RA, sin estar determinada a un hardware específico:

- Un sistema de RA debe combinar realidad y virtualidad
- Un sistema RA debe ser interactivo en tiempo real
- La registración debe ser en 3D

Young-geun Kim y Won-jung Kim⁶⁴, en su publicación nos mencionan que existen diversos tipos de sistemas de realidad aumentada:

1. El sistema de posicionamiento: Este sistema es utilizado sobre todo en dispositivos móviles debido a que estas cuentan con un sistema de posicionamiento global o GPS

⁶³ Husted Ramos, "Realidad Aumentada: Comunicar Diseño a Través de Lo Invisible."

⁶⁴ & Won-jung K. Young-geun K., "Implementation of Augmented Reality System for Smartphone Advertisements.," *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering Vol 9.*, 2014.

(Global Positioning System), el cual nos permite saber la ubicación de un dispositivo ya sea que este en movimiento o no, así como marcar trayectorias de llegada.

2. El sistema de marcas: Consiste en una impresión que consta de un marco cuadrado sobre fondo blanco, el marcador reconocido tiene coordenadas tridimensionales (3D), para funcionar requiere un acuerdo previo de colocación del objeto que se desea ver.
3. El sistema desmarcado: Lee los contrastes existentes en el entorno, extrae puntos, líneas y curvas, texturas, contrastes, para la creación de una marca.
4. El sistema de reconocimiento facial: Consiste en la detección y reconocimiento de rasgos faciales en una persona, este tipo de tecnología también se encuentra con gran popularidad en dispositivos móviles, en aplicaciones de redes sociales como Snapchat.
5. El sistema de reconocimiento de movimiento: Se reconocen movimientos de la persona, mediante sensores, un ejemplo muy popular de esto es el videojuego Kinect de Microsoft de la consola Xbox 360, que detecta los movimientos del usuario y lo obliga a interactuar con el entorno virtual en la vida real.

El empleo de RA se puede llevar a cabo mediante plataformas que te brindan el fácil acceso y uso de *softwares* para el modelado de estos trabajos, ya sea por medio de un sistema de marcas o desmarcado.

Realidad Virtual

A diferencia de la realidad aumentada, este tipo de entorno digital permite una visualización e interacción del modelo desde una escala de espectador, por lo que requiere de un apoyo tecnológico más amplio de instrumentos para su implementación.

“La Realidad Virtual es una simulación interactiva por computador desde el punto de vista del participante, en la cual se sustituye o se aumenta la información sensorial que recibe”.⁶⁵

Los inicios de este tipo de tecnología datan de 1956, cuando Morton Heilig un inventor y cineasta estadounidense comenzó a diseñar la primera experiencia virtual multi

⁶⁵ Ana Montilla Duque, “Aplicaciones de Realidad Virtual Arquitectura: Más Que Una Experiencia,” Revista digital INESEM, 2017, <https://revistadigital.inesem.es/disen-y-artes-graficas/realidad-virtual-arquitectura/>.

sensorial, la cual tenía una apariencia similar a una máquina de videojuegos, en la cual la persona colocaba su cabeza frente a la pantalla y sus manos sobre un tablero con manubrio, al cual le puso como nombre sensorama, el inventor buscaba estimular varios sensores a la vez y no solo la vista. Este visor utilizaba una pantalla estereoscópica a color para producir imágenes tridimensionales, que hicieran posible transmitir la sensación al usuario de esta dentro de la pantalla.

Cárdenas, Morales y Ussa⁶⁶, afirman que la visión estereoscópica es un proceso que se realiza de forma natural, cada ojo ve una imagen y el resultado de ese proceso es la percepción de la profundidad o tercera dimensión. Una imagen estereoscópica, nos permite distinguir entre profundidad y volumen, logrando así que la imagen sea asimilada por la persona de manera real, esto a diferencia de las imágenes en 360°, que colocan al observador en el centro de una imagen plana situada dentro de una esfera.

Existen muchas técnicas estereoscópicas, por ejemplo, los estereogramas, que son imágenes que simulan el movimiento de los patones que las conforman, los anaglifos, son imágenes tratadas con filtros de dos dimensiones, las cuales vistas con visores con lentes de color azul y rojo, dan un efecto tridimensional, las técnicas de los ojos cruzados y ojos paralelos, son las utilizadas por los lentes de realidad virtual, la técnica de los ojos paralelos es utilizada en visores que cuentan con dos pantallas, a diferencia de la técnica de los ojos cruzados, que utilizan una sola pantalla con dos lentes y una separación que evite que se mezclen las imágenes recibidas por los dos ojos.

Existen dos tipos de realidades virtuales, según lo plantea la revista digital INESEM: la realidad virtual inmersa y la no inmersa.

En la realidad inmersa, la participación del usuario en la realidad se da por medio del uso de diversos dispositivos, tales como casco-visor, guantes y demás, accesorios que permiten capturar el posicionamiento y los diversos movimientos que la persona realiza con el cuerpo, para posteriormente representarlo en el ambiente virtual. Por otro lado, con la

⁶⁶ Elsa Adriana Cardenas Quiroga, Luz Yolanda Morales Martín, and Andrés Ussa Caycedo, "La Estereoscopia, Métodos y Aplicaciones En Diferentes Áreas Del Conocimiento," *Revista Científica General José María Córdova* (Bogotá, Colombia, 2015), <http://www.scielo.org.co/pdf/recig/v13n16/v13n16a10.pdf>.

realidad no inmersa, el único dispositivo que se utiliza para su visualización es la de pantalla de una computadora.

El autor Beckmann⁶⁷ en el libro *La dimensión virtual*, nos plantea como los avances tecnológicos han ido reestructurando la forma en que los seres humanos perciben e interactúan con el entorno en el que viven. Examina de manera crítica los métodos que utilizan los arquitectos, diseñadores y artistas para conceptualizar y representar de manera física y virtual los espacios. En el capítulo *La Arquitectura en la era de su virtual desaparición*, que se encuentra en este libro, se encuentra una entrevista desarrollada entre Paul Virilio y Andreas Ruby, el primero fue un teórico cultural y urbanista conocido por desarrollar escritos acerca de la tecnología y el cómo ha desarrollada en relación con velocidad y poder, y el segundo es un crítico y teórico de la arquitectura.

Andreas Ruby, inicia esta entrevista que se desarrolla como debate planteando el término de lo real, y de cómo se ha ido desestabilizando por el continuo flujo de apariencias óptica, y que este flujo a su vez se encuentra definiendo la arquitectura no por su materialidad sino por las imágenes con las que percibimos el mundo. Virilio a su vez confirma esta pérdida de importancia de la estabilidad ante la rapidez de generar información capaz de transmitir el concepto que se tiene de un proyecto.

Menciona la existencia de dos dimensiones; masa y energía, a las cuales posteriormente se agregó la dimensión de información, la cual sugiere Virilio está adquiriendo una mayor importancia que las dos anteriores. Describe como la masa, es una cualidad que se encuentra ligada a gravedad y materialización, y nos plantea un ejemplo para explicar esta descripción, la masa de una montaña es un dato invariable e inmóvil, a diferencia de la información que se adquiere de la misma que se encuentra cambiando constantemente. Si se plantea esta montaña en medio de un terreno, para el ser humano la montaña puede significar en términos de información con un primer acercamiento un obstáculo, pero conforme pasa el tiempo y va adquiriendo más información la montaña va adquiriendo otro significado, la montaña puede significar un elemento del paisaje, un caso de estudio para un geógrafo, etc.

⁶⁷ John Beckman, *The Virtual Dimension* (New York: Princeton Architectural press, n.d.). Pág.180

Se describe como una cualidad de la información la capacidad de poder brindar diferentes percepciones a la persona que recibe esta información.

Virilio plantea que la esencia de arquitectura se ha ido perdiendo poco a poco conforme se van desarrollando nuevas tecnologías; nos presenta el caso de las escaleras, las cuales algunas han sido sustituidas por elevadores, los cuales no son elaborados por arquitectos sino por ingenieros, con esto se va perdiendo el uso de información que maneja la arquitectura en la elaboración de un proyecto.

En cuestión a la arquitectura desarrollada en un entorno virtual, Virilio nos comenta que debe situarse en medio de estos dos entornos, entre lo real (que consiste en la materialización) y lo virtual (con el uso de espacios virtuales), y que su uso de espacios virtuales podría significar una modificación en las dimensiones que abarca, debido a que se puede trabajar factores de tiempo y espacio, planteando las simulaciones que se hacen de entornos virtuales en salas de simulación.

Los espacios virtuales como lo plantea el autor han estado en busca de un posicionamiento en las disciplinas proyectuales, este libro nos ayuda comprender mejor como es el manejo de la arquitectura en un entorno virtual, volviéndose en este una base de información flexible al cambio, que al materializarse en un entorno real se vuelve a un estado más rígido.

Realidad virtual inmersiva y percepción

Mendoza⁶⁸, menciona que existen distintas maneras en que los seres humanos interpretan la información que los rodea, debido a la existencia de los dos hemisferios cerebrales, el hemisferio izquierdo percibe la información de manera detallada, analizando los detalles de manera rápida dando pie al surgimiento de nuevas ideas, y el derecho se encarga de la percepción y parte de una imagen global para entender cómo se relacionan unas

⁶⁸ Jorge Mendoza H., "Hemisferios Cerebrales," PERSONARTE, 2008, <http://eneagrama.personarte.com/hemisferios/>.

partes con otras. El desarrollo de estas habilidades para percibir el mundo que los rodea, se van desarrollando de manera diferente en cada ser humano a lo largo de su vida.

En el artículo, La percepción del espacio en la visualización de arquitectura mediante realidad virtual inmersiva⁶⁹, los autores Javier Taibo, Luis Hernández, Antonio Seoane y Alberto Jaspe, nos hablan de la percepción del espacio en la visualización de arquitectura mediante el uso de realidad virtual inmersiva, la cual hace referencia a una herramienta para la exploración vivida del espacio virtual. Se define a la percepción, como la forma en la que el ser humano percibe el espacio que lo rodea, y esta comprensión involucra factores fisiológicos, sociales y culturales, también se analiza la distancia y profundidad de los objetos, esta información es captada por los sentidos, oído, visión, tacto, gusto y olfato, para realizar un procesamiento mental de la información adquirida.

Sin embargo, la percepción del espacio no solo proviene de la información que proporciona la visión. Un análisis más detallado nos permite darnos cuenta de las señales que provienen de los sentidos cenestésico, los cuales son los encargados de la sensación de movimiento y que nos ayudan a llevar este proceso de percepción de un lugar, involucran términos métricos como el tamaño, la altura de visión, la velocidad al caminar, etc., este marco de referencia es particular de cada individuo y se puede ir modificando con la edad. Esta información es respaldada por Mendoza⁷⁰, quien nos habla de la existencia de los dos hemisferios cerebrales, el hemisferio izquierdo percibe la información de manera detallada analizando los detalles de una forma rápida y da pie al surgimiento de nuevo conocimiento, por otro lado, el hemisferio derecho se encarga de la percepción y parte de una imagen global para entender cómo se relacionan unas partes con otras.

Para la comprensión del espacio Taibo y Jaspe⁷¹, menciona que en cualquier caso de percepción se tienen que tomar en cuenta la distancia y la profundidad, información que se adquiere por medio de los sentidos, como otra medida que se tiene que obtener es la del paralaje, que puede obtenerse de un objeto estático, gracias a una visión binocular, consiste

⁶⁹ Javier Taibo et al., "La Percepción Del Espacio En La Visualización de Arquitectura Mediante Realidad Virtual Inmersiva," *EGA Revista de Expression Grafica Arquitectonica* 16(18), 2012.

⁷⁰ H., "Hemisferios Cerebrales."

⁷¹ Taibo et al., "La Percepción Del Espacio En La Visualización de Arquitectura Mediante Realidad Virtual Inmersiva."

en un proceso cognitivo de comparación de dos imágenes diferentes que llegan al cerebro, esto se realiza por medio de una visión binocular y es útil para la percepción de distancias en un entorno. En el caso de paralaje por movimiento es especialmente útil para juzgar las distancias cuando se utiliza un solo ojo o cuando se coloca una misma información para ambos, lo cual pasa en los dispositivos de realidad virtual monoscópicos, dentro de la aplicación en la que se crea se puede ver un formato de dos imágenes espejo, mismas que el cerebro luego se encarga de procesar esta información para crear una sola, existen otros factores que influyen a la percepción como las distancias, los tonos de la imagen, contraste, saturación, temperatura de la imagen, etc.

En lo que es el ámbito de gráficos por computadora los autores Taibo y Jaspe nos mencionan una introducción al concepto inmersión que proporciona la realidad virtual, este concepto sugiere la sensación de presencia en el espacio, para realizar aproximaciones a esta sensación existen varias maneras: se podría cubrir el campo visual del usuario y usar una proyección en pantalla cilíndrica, otra manera también podría ser utilizando un casco de realidad virtual que presenta la imagen ante los ojos del espectador y proporciona diferentes ángulos siguiendo los movimientos de cabeza que realice la persona. Para esto el autor decide estudiar la fuente de paralaje mediante el movimiento del usuario.

Entre los primeros experimentos acerca del tema inmersión se encuentran los realizados por Henry y Furness, los cuales analizaron y compararon la manera en que la gente percibe los espacios reales y virtuales, para esto veinticuatro arquitectos exploraron una galería de un museo real y un modelo generado por computadora, con diferentes niveles de inmersión; el monitor de una computadora, HDMI⁷² fijo y uno con seguimiento de orientación, los resultados arrojaron que los arquitectos subestiman las dimensiones de la galería cuando se encuentran observando el espacio de manera estática, a diferencia de cuando están en movimiento. La sensación de inmersión del espacio virtual puede ser reforzada si se permite al usuario desplazarse por el modelo.

De manera posterior los autores de este artículo desarrollaron un entorno de realidad virtual inmersivo transitable inalámbrico, el lugar donde se realizaron las pruebas se denominó Museo Vacío, debido a su capacidad de mostrar contenidos virtuales dentro de un

⁷² High Definition Multimedia Interface (Interfaz multimedia de alta definición)

espacio real y su amplitud en el ámbito expositivo. El Museo es una instalación de realidad virtual inmersiva transitable e inalámbrica que permite a varios usuarios moverse en el espacio presenciando elementos virtuales con los que pueden interactuar. La instalación se implementa en una sala en la que se controla la posición de los satélites con los que cuenta el equipo desde la base.

Para la aplicación de pruebas se implementaron varios modelos entre los cuales uno de los más significativos desde el punto de vista arquitectónico consistió en una reproducción del interior de la Catedral de Santiago de Compostela, un modelo de la catedral románica original del siglo XIII, este modelo nos permite visualizar con calidad fotorrealista construcciones que se encuentran inexistentes en la realidad.

En conclusión, de esta investigación, los autores consideran que la tecnología de realidad virtual aplicada a la visualización de espacios, especialmente en entornos simulados transitables, brinda la posibilidad de estudiar e interpretar construcciones antiguas, debido a que elimina las posibles restricciones que pudiera tener el visitar un lugar histórico en tiempo real. De igual manera, la paralaje usada con la binocular resulta vital para la comprensión del espacio, sobre todo en espacios amplios. El término de paralaje nos ayuda a entender mejor la percepción que se tiene de un espacio, ya que abarca una la visión del objeto desde diferentes ángulos, en su proyecto de titulación Alberto Zambrana desglosa más este término, el cual fue utilizado por primera vez en la literatura para hablar de *Ulises* de James Joyce, en la novela se muestra la misma historia desde diferentes puntos de vista de los personajes, permitiendo al lector crear una visión más completa de la situación que planteaba la lectura. Este término tendrá lugar en la investigación al momento en el que se empiecen a desarrollar las simulaciones por medio de gafas de realidad virtual del caso de estudio.

En términos de percepción y sensaciones, Colin Ellard⁷³ en su libro de *Psicogeografía*, nos habla de los diferentes experimentos que realizó para estudiar los diferentes tipos de sensaciones que el detectaba en un lugar; entre los cuales detectó lugares de afecto, lugares de deseo, lugares aburridos, lugares de ansiedad y lugares sobrecogedores.

⁷³ Collin Ellard, *Psicogeografía. La Influencia de Los Lugares En La Mente y El Corazón* (Barcelona: ARIEL, 2016).

Esta inquietud surgió cuando él tenía 6 años, cuando realizó un viaje con su padre a Stonehenge, durante el cual se dio cuenta que a pesar de encontrarse en el mismo espacio que su padre, las experiencias en ese sitio fueron distintas para ambos, influenciadas en gran parte por el conocimiento que poseía cada uno en ese momento. Su padre trabajaba en el sector de la construcción, y este tipo de conocimiento que él tenía acerca de cómo se realizaba una edificación influía en como percibía el ese entorno.

A partir de esta experiencia, el autor se empieza a preguntar si es posible medir esta categorización que él tiene de los lugares, para ello se plantea la realización de diferentes experimentos en diversos lugares.

A continuación se aborda de cómo es la experimentación para detectar los lugares de afecto, el autor define afecto como una sensación cercana al amor o al cariño que el ser humano puede llegar a experimentar, es un sentimiento de apropiación sobre algo, para explicar este vínculo que el ser humano desarrolla hacia un objeto o lugar, nos plantea los siguiente ejemplos, suele ocurrir que cuando a una persona llega a su casa después de un largo día afuera realiza expresiones como “por fin en mi hermosa casa”, o compara con los otros lugares en los que ha estado, siente ese apego hacia su hogar, por poner un ejemplo más burdo, puede llegar a haber estas expresiones de cariño cuando a una persona se le cae su dispositivo móvil y este lo llama por apodos con frases como “estas bien bebe” o como cuando se le pone apodos a los objetos que le pertenecen. Esto es un para entender el cómo el ser humano desarrolla lazos con las cosas que lo rodean, no es el mismo sentimiento que se tiene hacia una persona, pero existe ese afecto.

Para el experimento el autor planteo el uso de gafas de realidad virtual, en las cuales se proyectarán diferentes modelos de casas, de diferentes estilos cada una, y se le pediría al grupo de prueba elegir una, como si fuera a adquirirla para su compra. Un elemento a destacar de este experimento es el cómo decidió manejar la percepción de un espacio de manera más práctica, en lugar de edificar las casas y llevar al grupo de prueba ahí, opto por el uso de realidad virtual en el cual se pueden proyectar los tres diferentes tipos de vivienda sin tener que desplazarse de un lugar a otro, en cuestión a la medición de sensaciones, se midieron los estímulos que el cuerpo genera al experimentar estas emociones, se midió su frecuencia cardiaca, sus expresiones de reacción, etc.

El experimento arrojó como resultado que los grupos de estudios escogieron casas muy parecidas a las de ellos, ya sea porque algo les resultaba familiar o sentían ese vínculo con las características que compartían con su vivienda actual, el autor define un lugar de afecto como aquellos que se vinculan con recuerdos o experiencias que vincula la gente con lugares en los que se siente feliz. En este caso el autor define sensaciones, como este estímulo que tiene algo o alguien en el ser humano.

Por lo tanto, debido a las diferentes formas que se tienen para interpretar la información que nos rodea, si se quiere que una persona pueda crear una imagen idónea de un objeto en su mente, se le tiene que brindar toda la información posible en cuanto a las cualidades que tiene un objeto al momento de ser visualizado, como lo son: la proporción, el tamaño, el color, su ubicación en el medio, etc., y sin embargo la interpretación depende del bagaje cultural y vivencial que cada persona tiene.

CAPITULO II.

METODOLOGÍA

La investigación que se presenta a continuación es de carácter cualitativo, la cual tiene como objetivo conocer la percepción general que se obtiene de un proyecto arquitectónico en un ambiente virtual simulado, a través de un análisis de la percepción espacial, visual y auditiva del diseño, que es configurado por un profesionalista en la rama de la arquitectura o disciplinas afines como diseño de interiores, para su implementación como una herramienta de presentación espacial en la evaluación de proyectos.

En una etapa inicial se implementó el uso de entrevistas semiestructuradas a personas que han tenido experiencias con entornos en realidad virtual para conocer el proceso de diseño y las características de este tipo de tecnología. Este tipo de entrevistas de acuerdo con Díaz⁷⁴ cuenta con un grado de flexibilidad en su estructura el cual permite adaptar nuevas preguntas durante, para aclarar terminología que vaya surgiendo en la realización de esta, sin desviarlos del formato inicial y las temáticas de la investigación.

Durante la aplicación de entrevistas se tomaron en cuenta las cuatro fases descritas por la autora en el esquema (Figura 15. Fases para una entrevista), en el cual como fase inicial se encuentra la preparación, la definición de temas que se desean abarcar, la elaboración de formatos con preguntas guía y la convocatoria para realizarla, definiendo lugar, fecha y hora. Al momento efectuar la entrevista se pasa a la fase dos de apertura, consiste en una breve introducción en la que se da una explicación del propósito de ejecución, un estimado del tiempo de duración y se pide permiso al entrevistado para grabar o filmar. En la fase de desarrollo se realiza el intercambio de información que se da con la guía de preguntas que se tiene, y por último en la fase de cierre, se realiza una síntesis de la conversación y se agradece al entrevistado por su participación en el estudio.

⁷⁴ Laura Díaz-Bravo et al., "La Entrevista, Recurso Flexible y Dinámico-The Interview, a Flexible and Dynamic Resource," *Investigación En Educación Médica* 2, no. 7 (2013): 162–67, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci_arttext.

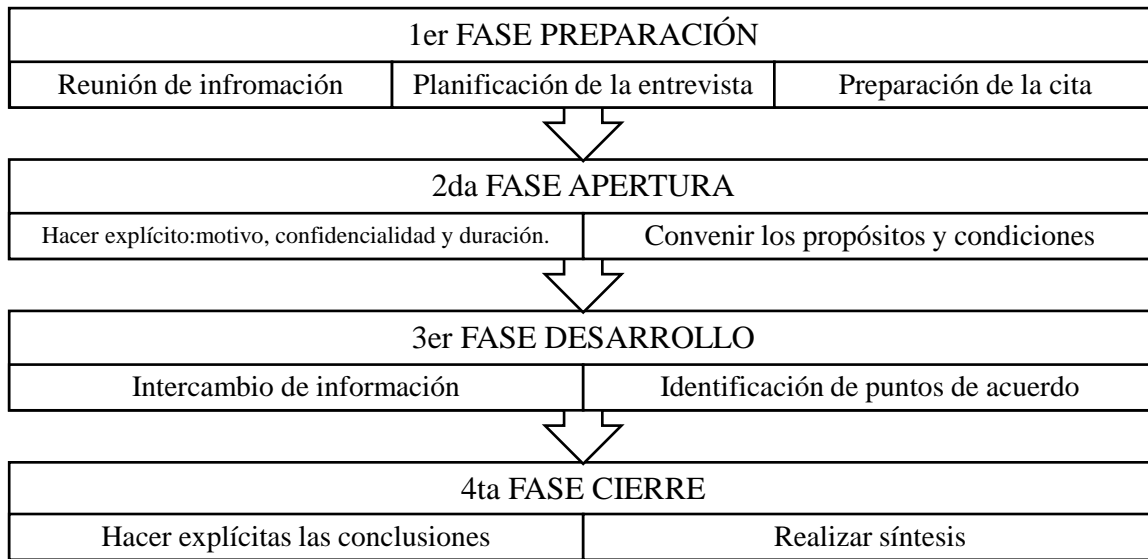


Figura 15. Fases para una entrevista. Díaz.⁷⁵

Tonon⁷⁶ describe un proceso de transcripción de la entrevista en el cual la información obtenida es codificada posterior a su obtención, donde se incorporan sonidos, silencios y las oraciones que conforman las respuestas de los sujetos en la grabación.

La cantidad de entrevistas a realizadas en un estudio cualitativo de acuerdo con Díaz, se estipula por el punto de saturación, el cual hace referencia al momento en que la aplicación de entrevistas ya no aporta nuevos datos a los previos obtenidos, lo que indica que la recolección de datos esta completa. La muestra fue definida por las siguientes características: su conocimiento en el tema que se va a tratar, la experiencia que se tiene en el desarrollo y aplicación de la realidad virtual.

Debido al estado reciente de cuarentena y las medidas de distanciamiento social emitidas por el sector salud sobre la pandemia mundial del COVID-19, no se consiguió su aplicación de manera presencial y se optó por cambiar a una modalidad virtual. Por lo que se contactó a las personas por medio de plataformas que permiten entablar comunicaciones en video (*Teams, Zoom, Skype*) para programar una videollamada durante la cual se aplicara la

⁷⁵ Díaz-Bravo et al.

⁷⁶ Graciela Tonon et al., *La Entrevista Semiestructurada Como Técnica de Investigación, Reflexiones Latinoamericanas Sobre Investigación Cualitativa*, Universida (Argentina, 2013).

entrevista, sin embargo, al no ser posible este medio de comunicación, se tuvo la opción de enviar los formatos de manera digital a los correos electrónicos correspondiente para su elaboración por parte del sujeto en un formato de cuestionario.

En tanto, sobre la herramienta de realidad virtual se investigó sobre los usos, alcances, compatibilidad con equipos y *softwares* para la virtualización y visualización del proyecto arquitectónico dentro de esta tecnología, esta etapa de documentación y aprendizaje ayudo a definir el instrumento de método cualitativo implementado para conocer la percepción general, así como a definir los alcances del proyecto realizado. Una vez finalizada la recolección de información obtenida de las entrevistas y de los diversos medios consultado, se llevó a cabo la instalación de los programas necesarios en el ordenador para iniciar la fase de experimentación.

El análisis de la percepción del usuario dentro de un espacio arquitectónico en un ambiente virtual simulado, como una experiencia de inmersión controlada por factores visuales, de audio y espaciales, los *softwares* de diseño y la realidad virtual fueron implementados como una técnica en el desarrollo y presentación de proyectos arquitectónicos mediante visores de *Oculus Rift*.

La digitalización del proyecto para su presentación de manera virtual se realizó en *SketchUp*, debido a su fácil manejo y su compatibilidad con *Unity Reflect*, el cual es descrito por los proveedores de *Unity* como una herramienta en la elaboración de proyectos *BIM* que permite una interacción entre los involucrados para una evaluación del cómo se está desarrollando el modelo y facilita la inmersión del proyecto de una manera más simultánea en el uso de la realidad virtual.

El proceso de configuración del modelo fue elaborado con una intencionalidad basada en una toma de decisiones a partir de las necesidades presentadas por el usuario, las cuales definen la formación de un proyecto, por ejemplo, distribución de las áreas, los modelos que se colocaran dentro de la vivienda, los colores que se aplicaran, sobras, luces, reflejos, la interacción que se tendrá por parte de la persona con los modelos diseñados, el audio en el recorrido, etc.

Para conocer la percepción de un ambiente virtual simulado tomando en cuenta factores visuales, auditivos, movimiento y de interacción, se efectuó una simulación del espacio con lentes de realidad virtual, para esto se realizó la configuración del modelo en la plataforma de *Unity*, la cual es una plataforma designada al diseño de videojuegos, sin embargo, recientemente desarrollo un complemento llamado *Unity Reflect* que permite el traslado de proyectos *BIM* a su visualización en un entorno virtual, con el uso de herramientas como *Oculus Rift* (Figura 16. *Oculus Rift Bundles*), que consiste en una plataforma para el desarrollo de realidad virtual, apoyada de un monitor, el uso de un visor con auriculares y controles que permite al usuario realizar funciones como señalar, arrastrar, soltar, inclinar, entre otras, dentro del espacio, permitiendo una mejor inmersión del usuario, en el proyecto que se pretende evaluar.



Figura 16. Oculus Rift Bundles⁷⁷

El autor Wang⁷⁸, nos describe simulación como el realizar una réplica, mimesis o imitación de objetos y escenarios del mundo real, esto podría ayudar a realizar suposiciones con respecto a cómo podrían ser las cosas, y no de como son. Nos ayuda a mostrar una realidad alterna con diferentes posibilidades de uso y desenlaces, mediante la representación

⁷⁷ Oculus, "Oculus Rift S," 2020, <https://www.oculus.com/rift-s/>.

⁷⁸ Linda Groat and David Wang, *Architectural Research Methods*, *The British Journal of Psychiatry*, vol. 112 (Wiley, 1966), <https://doi.org/10.1192/bjp.112.483.211-a>.

de diferentes escenarios, incluso nos habla de cómo el modelado de información de construcción, realizado mediante la tecnología informática, se ha expandido a gran escala, de manera que no solo hace posible modelar edificios de forma dinámica, sino que también se pueden modelar secuencias de administración de construcción de un proyecto, tal es el caso de los modelos *BIM*.

La simulación, es útil para proyectar condiciones futuras y realizar un análisis de eventos pasados, esta capacidad de simular un entorno virtual en tiempo real, durante la investigación de campo, en la cual el ambiente virtual simulado será representado en los lentes de VR, nos ayudara a realizar un análisis anticipado del impacto que tendrán estos espacios en los usuarios, y en el entorno donde se planea llevar a cabo su ejecución.

Durante el proceso de preevaluación de la arquitectura se tomó en cuenta diferentes aspectos, el movimiento o desplazamiento por las diferentes zonas, lo visual como una experiencia sensorial a través del espacio y lo auditivo para entender el concepto en que se ubica espacialmente. El desplazamiento nos ayuda a comprender medidas de proporción y la lógica con la que es trazado el lugar, tratando de hacer que todo fluya de la manera más orgánica posible, durante este trayecto se podrán observar diferentes detalles como la iluminación, los colores, acabados de materiales y distribución de elementos, que alimentaran el aspecto visual de la experiencia, por último en lo auditivo, considero que es importante el poder introducir un audio que asemeje los sonidos que se escucharían en un entorno real, por ejemplo; si nos encontráramos en una vivienda ubicada en medio de un bosque, los sonidos que alcanzaríamos a percibir serian de la naturaleza, el cantar de los pájaros, tal vez el sonido de un rio que se halle cerca, etc., algo muy diferente a cuando se habla de un edificio construido en el centro de una ciudad, en este caso tendríamos el sonido de la gente pasando o teniendo diferentes conversaciones, el sonidos de coches, timbres escolares, etc.

Todos estos elementos se vuelven parte fundamental durante el estudio para la creación de una experiencia más orgánica en el individuo dentro de un ambiente virtual simulado. El visor de realidad virtual *Oculus Rift Bundles* permite la presentación de un espacio arquitectónico en tiempo y a una escala real para el espectador, así como el realizar un desplazamiento seguro en un entorno con parámetros de sensor controlados, se pueden agregar comandos a modelos dentro del entorno que permitan una interacción con el sujeto,

como el poder sujetar elementos mediante los controles que maneja el equipo, y así mismo se puede adjuntar audio que esté presente durante el recorrido.

En esta etapa el método experimental permitió la recolección de datos partiendo del uso de los equipos de realidad virtual y los factores de percepción visual, auditiva y de la interacción del sujeto dentro del espacio diseñado, de igual manera la técnica de observación a través del monitor utilizado por *Oculus Rift* permite tener un análisis más detallado del recorrido realizado por el sujeto dentro del entorno virtual, Kawulich⁷⁹ considera que la observación brinda a los investigadores la oportunidad para revisar las expresiones no verbales y verificar el tiempo que se toma en realizar una acción o en la visualización de algo, por lo nos permitirá la recolección de datos ligados a aspectos de interacción, gestos o expresiones que pudiera realizar durante el recorrido.

Para identificar los alcances de la realidad virtual como una herramienta de representación, en la preevaluación de proyectos arquitectónicos en ambientes virtuales simulados, se propuso la realización de dos grupos focales. Las autoras Escobar y Bonilla⁸⁰ plantean el grupo focal como una técnica que permite la recolección de datos partiendo del tema que se desea investigar, en la cual se pueden recolectar información de experiencias y reacciones de los participantes, los grupos contarían con una cantidad impar de participantes evitando así caer en la relación de grupos durante la aplicación del instrumento para la recolección de datos. El primer grupo, conformado por una muestra de estudiantes que se encuentran en los últimos semestres de las licenciaturas de arquitectura y diseño de interiores, el segundo grupo focal por profesores de estas licenciaturas y profesionistas que se encuentren ejerciendo en el campo laboral.

En los grupos focales se daría una breve introducción de la dinámica a realizar, la presentación del proyecto diseñado mediante el apoyo visual de un proyector que permitiera mostrar los planos, alzados, perspectivas y renders elaboradas, además de contar con este material de manera impresa en una mesa en caso de que les parezca necesario repasar la información con mayor precisión, una vez terminada la presentación se repartirían las

⁷⁹ Barbara B Kawulich, "La Observación Participante Como Método de Recolección de Datos 1," *Fqs FORUM : QUALITATIVE SOCIAL RESEARCH*, 2005, <http://www.qualitative-research.net/fqs/>.

⁸⁰ Jazmine Escobar and Ivonne Bonilla Jimenez, "Grupos Focales : Una Guía Conceptual Y Metodológica," *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología* 9, no. 1 (2009): 51–67.

encuestas del instrumento desarrollado que nos permitiera conocer la perspectiva obtenida del diseño. Posteriormente se realizaría la presentación del proyecto utilizando el equipo de *Oculus Rift Bundles*, para la visualización del entorno virtual simulado, consistirá en un recorrido a través del proyecto presentado anteriormente, se les explicaría de igual manera a los participantes la dinámica a realizar durante el recorrido, el cual se llevaría a cabo en un entorno controlado para seguridad del usuario, de igual manera se harían aclaraciones en cuanto a su salud, en el caso de sentir algún malestar como mareos o dolor de cabeza durante la experiencia en realidad virtual podrán externarlo con toda confianza para que el equipo sea retirado.

Una vez terminado el recorrido por parte de los participantes se efectuaría una segunda aplicación del instrumento midiendo los mismos parámetros para la evaluación de perspectiva obtenida durante el recorrido y del proyecto diseñado. Este tipo de estudio pretende asemejar a lo que sería la percepción de alguien que se encuentra en el sector laboral presentando un proyecto que se pretende construir y los resultados de las encuestas harían referencia a la visión de un cliente que aprobara su ejecución.

Una vez concluida la fase experimental y de recolección de datos, se llevaría a cabo la tabulación de datos, permitiendo una lectura más clara de los resultados obtenidas en ambas presentaciones por parte de los sujetos, para una comparación y análisis.

Estrategia metodológica.

Se comprenden cuatro etapas del estudio, en las cuales se implementaron diferentes métodos y técnicas, así como herramientas para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Etapa 1

Como fase inicial del proyecto de investigación se efectuó una indagación de los equipos y herramientas a utilizar durante el proyecto, como un primer acercamiento, para conocer cómo se complementan entre ellos, y su forma de uso, por medio de videos tutoriales, manuales de uso, etc., una vez seleccionados los programas que se implementarían, se realizó la descarga e instalación en el ordenador correspondiente

En la exportación de modelos para su visualización en realidad virtual se utilizó Unity⁸¹, la cual es una plataforma para desarrollos de proyectos 3D en tiempo real, disponible para sistemas operativos de *Mac*, *Windows* y *Linux*, el acceso a este programa se presenta de manera gratuita para cuentas personales y de estudiantes, a diferencia de si se requiere el formato de negocios *Unity Pro* que tiene un costo de \$1,800 USD por un año.

En la plataforma de Unity también se nos presenta un aditamento reciente *Unity Reflect*⁸², el cual se plantea como una herramienta para arquitectos, ingenieros y diseñadores en la creación de proyectos utilizando *softwares* para la representación de elementos constructivos que implementes el uso de datos *BIM*, como *softwares* compatibles se encuentran *Revit*® y *SketchUp*, el uso de esta herramienta tiene un costo de suscripción anual de \$690 USD y un periodo de prueba gratis de 30 días, por lo que su adquisición se realizó posterior a la realización del modelo.

Para la elaboración del modelo se encontraron dos opciones de *softwares*: *Revit*®⁸³, el cual hace uso de la metodología *BIM*⁸⁴ la cual nos permite producir diseños y documentación de una construcción de manera coherente, coordinada y completa basada en los modelos, el

⁸¹ Unity, "Unity," 2020, <https://unity.com/es>.

⁸² Unity, "Unity Reflect. AEC. Arquitectura, Ingeniería y Construcción."

⁸³ Autodesk, "Revit®," 2020, <https://www.autodesk.mx/products/revit/overview>.

⁸⁴ José Tomas Franco, "¿Qué Es BIM y Por Qué Parece Ser Fundamental En El Diseño Arquitectónico Actual?," *ArchiDaily*, February 2018, <https://www.archidaily.mx/mx/887546/que-es-bim-y-por-que-es-fundamental-en-el-diseno-arquitectonico-actual>.

costo de instalación con licencia de uso anual en el ordenador por \$2,425 USD, y *SketchUp*⁸⁵ por \$199 USD anual, que permite el modelado 3D de ambientes arquitectónicos, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, videojuegos o películas, y si se realiza su descarga desde un perfil personal su adquisición es gratuita.

Para la visualización del ambiente virtual simulado se utilizaría el equipo de *Oculus Rift Bundles*⁸⁶, el cual cuenta con unos visores, dos controladores touch, dos sensores y monitor, el costo de este equipo se encuentra entre los \$399 USD y este tipo instrumento a diferencia del *Oculus Go*⁸⁷ que únicamente cuenta con un visor y un control, permite agregar una cualidad de sonido durante la experiencia virtual, además de poder observar el recorrido que realiza el usuario en el entorno por medio del monitor, este último equipo ya no se encuentra disponible para su compra en la página oficial de *Oculus*, el costo del software es gratuito para *Android* y *iOS*.

También se utilizó la entrevista como una guía de preguntas como instrumento que nos facilitaría adquirir un conocimiento del proceso para el desarrollo de ambientes virtuales simulados, así como las ventajas y desventajas, las limitantes y potencialidades que tiene el uso de este tipo de tecnología, para ello su aplicación será dirigida a una muestra de profesionista y estudiantes que hayan tenido un acercamiento o desarrollado de proyectos con este tipo de tecnología, el número de entrevistas se determinó por la saturación de datos obtenidos a lo largo de la aplicación y análisis de respuestas.

Las entrevistas se efectuarían de manera presencial, sin embargo, por cuestiones de salud y seguridad pública, el formato se mandó vía electrónica como un cuestionario hacia los participantes, esto con el fin de respetar los lineamientos establecidos durante la pandemia mundial del COVID-19.

Etapa 2

El proyecto seleccionado para el análisis de percepción fue el de una casa habitación de una sola planta, con áreas exteriores y espacios interiores los cuales pueden ser recorridos por el usuario, durante la exportación del modelo a la plataforma de Unity se evaluó el

⁸⁵ Trimble Navigation, "SketchUp," 2000, <https://www.sketchup.com/es>.

⁸⁶ Oculus, "Oculus Rift S."

⁸⁷ Oculus, "Oculus Go," 2020, https://www.oculus.com/go/?locale=es_ES.

contenido del proyecto para definir cuestiones de detalle e interacción, que pudieran beneficiar o perjudicar el desarrollo de la experiencia virtual de una manera orgánica y poder así brindar una imagen realista al espectador.

Además, se llevó a cabo la creación de un audio que asemeja a los ruidos que se pueden detectar dentro de una vivienda, como lo puede ser el ladrido de los perros, coches transitando, charlas entre vecinos, etc., para adjuntarlo al proyecto y realizar las primeras pruebas con visores de *Oculus Rift*, que no ayudan a delimitar el espacio, tomando en cuenta factores de escala y el alcance del recorrido para brindar al usuario una experiencia virtual segura y sana.

Etapa 3

Se llevó a cabo la elaboración del instrumento de tipo cualitativo para aplicar a los participantes, y se iniciaría una convocatoria en la cual se especificarían la ubicación, fecha y hora para realizar la presentación, se buscaría conseguir un mínimo de 7 participantes para tener un mejor control durante la presentación y de la aplicación del recorrido en realidad virtual.

En el grupo focal se expondría el proyecto diseñado a través de dos modalidades, por lo que se llevaría a cabo la realización del material visual a presentar: render, plantas y cortes, así como el recorrido a realizar con el equipo de *Oculus Rift Bundles*.

Etapa 4

Una vez concluida la aplicación del experimento de campo y del instrumento, se realizó el análisis de resultados obtenidos, logrando un mejor entendimiento de las variables para evaluar en cuanto a la percepción del sujeto en un entorno arquitectónico virtual, y se procedió a la redacción de conclusiones con base a la experiencia obtenida del manejo del software de diseño, realidad virtual, equipo y resultados de percepción obtenidos de la investigación de campo.

Herramientas de estrategia metodológica

Para la aplicación de entrevistas se implementaron dos formatos, uno para las entrevistas con estudiantes y otra para los docentes, debido a las diferentes experiencias que puede tener un docente por el mayor periodo de tiempo implementando esta herramienta. Los apartados que se abarcaran durante las entrevistas son; conocer el programa de la carrera, los *softwares* que se utilizan para el uso de realidad virtual y el proceso de diseño para crear los espacios virtuales.

A continuación, se presentan los formatos de entrevistas, así como una descripción de la información que se busca obtener con las preguntas formuladas:

1. Durante el programa de la licenciatura ¿Cómo es el uso de las herramientas para generar entornos en realidad virtual? (asignaturas impartidas previas al uso de la realidad virtual)
2. ¿Cuáles programas (*softwares*) se utilizan para generar los espacios y modelos dentro de los entornos de realidad virtual?
3. ¿Cuál es el proceso para generar un entorno que pueda ser visualizado en realidad virtual?
4. ¿Cómo se evalúan los espacios virtuales generados en clase, en cuanto a proporción, movimiento, calidad de la imagen, etc.?
5. ¿Qué aplicaciones has generado a lo largo de la carrera?

Las cinco primeras preguntas que conforman los cuestionarios aplicados a estudiantes permiten conocer cómo se desarrolla el conocimiento en el ámbito académico con respecto al uso de realidad virtual, el proceso que se lleva a cabo en el modelado y que aspectos se toman en cuenta en la creación de estos entornos. Durante la licenciatura en diseño de interiores, los primeros semestres se hablaban de los elementos que conforman el diseño, color, proporción, escala, geometría, ergonomía, etc., estos criterios se volverían la base cuando se tuviera que migrar al diseño digital de modelos arquitectónicos, por lo que se inicia preguntando al estudiante sobre su formación académica para el uso de realidad virtual.

Las preguntas en este bloque nos permitirá conocer cuáles son los *softwares* que se utilizan para la creación de modelos y entornos virtuales, además de entender mejor como es el proceso de diseño que se realiza, qué criterios se toman en cuenta y es la toma de decisiones

durante este proceso, y por último el sistema de evaluación que tienen los docentes en las asignaturas que utilizan esta herramienta, para comprender cuál es el enfoque principal que tienen los alumnos al generar estos entornos, ya que a diferencia de otras disciplinas proyectuales como lo es la arquitectura, puede que el diseño no esté tan enfocado a las necesidades de una persona, sino de varias o incluso que el enfoque sea únicamente estético, la siguiente pregunta es para conocer los alcances que tiene el estudiante de generar un producto.

6. ¿Qué ventajas consideras tiene el visualizar e interactuar en un entorno real representado en realidad virtual?
7. ¿Cómo describirías la experiencia dentro de un entorno virtual, es apegada a la realidad o es totalmente ajeno a lo que se experimenta en un entorno real?
8. ¿Consideras importante la interacción con los modelos o basta con poder desplazarte?

Las siguientes preguntas buscan conocer las ventajas que ellos consideran tiene el poder tener un acercamiento en un entorno virtual de un lugar existente, así como hacer una comparativa entre lo que se observa en el simulador y lo que se aprecia en la realidad. La pregunta ocho nos habla de que tan importante es el movimiento y la interacción con los modelos que conforman el espacio, para conocer la importancia de estos factores dentro de la experiencia en realidad virtual. La información obtenida nos permite identificar las variables de percepción que se encuentran dentro de un ambiente virtual simulado, los aspectos a tomar en cuenta durante su desarrollo y los limitantes que podría tener el uso de la realidad virtual en la simulación de arquitectura.

9. ¿Qué usos alternos a los que te enseñan en la carrera crees que pueda tener el uso de esta tecnología?
10. ¿Consideras importante el uso de la realidad virtual para carreras como arquitectura y diseño de interiores?

Por último, se le pregunta al alumno sobre que otros usos creen que pueda llegar a tener los espacios virtuales simulados y si considera importante el alentar a estudiantes de otras licenciaturas a empezar a utilizar este tipo de herramientas.

En el formato realizado para docentes se suman tres preguntas que se basan en cuál ha sido su formación académica, las experiencias en el ámbito académico y laboral sobre el uso de la realidad virtual, ya sea en conferencias o proyectos realizados de manera personal, o si conocen de otros lugares dentro y fuera de México que estén implementando este tipo de tecnología.

Variables de percepción

Las variables de percepción que se tomaron en cuenta durante la investigación para evaluar la funcionalidad espacial que se tiene en el proyecto arquitectónico, son la visual, auditiva y de paralaje, esta última haciendo referencia al movimiento que se puede tener dentro de un entorno, lo cual permite tener diferentes ángulos de visión de un espacio y los elementos que lo conforman.

Durante el modelado del diseño fueron considerados los parámetros perceptivos mencionados anteriormente, la percepción visual mediante el modelado de un lugar que cuente con características de balance, armonía y contraste de tonalidades de accesorios decorativos o muros, así como los elementos que brinden iluminación al espacio, ya sea natural o artificial, como lo es la ubicación de ventanas y lámparas en las diferentes áreas de la vivienda, además de cuidar la lógica del mobiliario que se propone en cada espacio dependiendo de las funciones que se pretendan desempeñar en cada uno, así como las necesidades comentadas por los usuarios.

Respecto a la variable perceptiva que se da por el movimiento de la persona dentro de un espacio, se realizará tomando en cuenta la circulación que se tendrá dentro de las habitaciones para realizar las actividades correspondientes en cada una, así como su conectividad entre ellas, para permitir un posicionamiento cómodo del observador desde varios ángulos.

El audio que se seleccionara para acompañar la presentación del proyecto dentro del entorno virtual simulado será alusivo a lo que se escucharía si se estuviera dentro de la vivienda para complementar la percepción general que se busca tener del entorno virtual y brindar una experiencia orgánica del espacio que se está presentando.

Metodología ajustada por el COVID-19

Debido a la contingencia que se presenta por la pandemia del COVID-19, se replantearon aspectos del desarrollo de la investigación (Figura 17. Esquema metodológico. Encerrado, 2021). El grupo focal planteado anteriormente se redujo a los integrantes de la vivienda que se va a diseñar, ya que ellos cuentan con el acceso a un equipo de realidad virtual de manera personal y esto permitió la simulación del modelo de manera más segura para los participantes. Esto debido a que el casco que se coloca la persona tiene una esponja alrededor del visor para dar mayor comodidad al uso, pero puede llegar a generar sudor en el rostro de la persona y la sanitización de la esponja de manera excesiva puede llegar a corroer la esponja, por lo que se consideró una práctica más segura si se limitaba su uso a personas que llevaran a cabo una convivencia diaria en un mismo lugar con sus propias normas de higiene y sanitización que se tienen ante la pandemia del COVID-19.

Por cuestiones migratorias no se cuenta con acceso a los Estados Unidos que es donde se encuentra ubicada la vivienda, por lo que se observó la experiencia de los participantes por medio de *Zoom*, lo que permitió prestar atención del cómo se desarrolló el recorrido, en cuanto al instrumento desarrollado se aplicó de igual manera dentro de una plataforma digital.

La comunicación con los propietarios de la vivienda a diseñar fue por medio de aplicaciones como *Telegram*, *Whatsapp* y *Facebook*, las cuales auxiliaron en el intercambio de información para la construcción de un perfil del cliente que nos permitiera conocer las necesidades, gustos y actividades que realizan, para poder proponer un proyecto que se adaptara a su estilo de vida.

Una vez digitalizado el diseño de la vivienda y diseñadas las áreas que se deseaban presentar durante el recorrido dentro del entorno virtual simulado, se llevó a cabo la

elaboración de renders, los cuales se presentaron con días de desfase a la visualización en realidad virtual, posteriormente se realizó la primera aplicación del instrumento desarrollado de manera virtual. Una vez concluido el tiempo de renderizado de las vistas del proyecto arquitectónico, se instaló la prueba gratuita del complemento *Unity Reflect*, el cual permite una sincronía entre un modelo *BIM* y la plataforma de videojuegos *Unity*, para exportar aplicaciones en realidad virtual o aumentada. El equipo para el modelado y la visualización adecuada para el manejo de este tipo de tecnologías debe tener diversas especificaciones en cuestión al espacio de almacenamiento o de tarjeta gráfica, para el desarrollo de esta investigación se efectuaría la conversión del modelo a un entorno virtual en las computadoras de la UACJ, destinadas para el uso de la plataforma *Unity*, junto con el equipo de realidad virtual, el cual es un *Oculus Rift*. Desafortunadamente por cuestiones de la pandemia, se restringió el acceso a las instalaciones universitarias y se planteó un estado de cuarentena urgente en las fechas previstas para las visitas, por lo que se optó por el uso de un ordenador que contara con las características necesarias para el manejo de los programas y por el exportar el modelo a una plataforma de realidad virtual más accesible, como lo es a un dispositivo móvil, para ser colocado dentro de las gafas de realidad virtual con las que cuenta una servidora y los propietarios de la vivienda.

Una vez finalizada la etapa de pruebas al modelo en realidad virtual se exportó como aplicación para ser enviada a los integrantes de la vivienda, quienes lograron descargarla en su dispositivo móvil y visualizarla a través del equipo de realidad virtual, para después realizar la contestación de la encuesta, se fijaron fecha de ejecución para la programación de la videollamada en *Zoom* que permitió observar la experiencia de la persona dentro del ambiente presentado.

Para el desarrollo de conclusiones se tomó en cuenta los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas, las observaciones realizadas durante las experiencias de realidad virtual y los comentarios por parte de los usuarios.



Figura 17. Esquema metodológico. Encerrado, 2021.

Acercamiento al instrumento

Durante la etapa de investigación se realizó la aplicación de entrevistas para conocer el proceso de diseño para el manejo de entornos en realidad virtual, las herramientas, *softwares* y programas, lo cual permitió delimitar los que se utilizarían durante la misma.

La aplicación de entrevistas fue realizada de manera inicial con una interacción cara a cara con el entrevistado, por cuestiones de seguridad sanitaria durante la pandemia del COVID-19 se optó por una modalidad virtual convirtiendo los formatos a su impartición a manera de cuestionarios, de los cuales se lograron recabar datos acerca del uso de la realidad virtual y las aspiraciones que se tienen en cuanto a su aplicación en diversos ámbitos. La muestra registrada consta de seis cuestionarios, entre las cuales se encuentran estudiantes, docentes y profesionistas de diferentes ramas que han tenido interacción con este tipo de tecnología.

En el primer apartado relacionado con el posicionamiento tecnológico de la realidad virtual dentro del ambiente académico, los programas educativos de instituciones como la UACJ, UTEP, EPCC y Ontario Tech, se encuentra limitada por los costos de las herramientas

que se requieren para su uso o de alcance restringido en laboratorios de experimentación que cuentan con el equipo, sin embargo, si existe un acercamiento al conocimiento de programas para llevar a cabo su representación de manera autónoma una vez concluida la etapa formativa institucional, con asignaturas que manejan en modelado en *softwares* de diseño, variables de luz, sombra, profundidad y programación para el uso de algoritmos dentro de las simulaciones.

Dentro del proceso que involucra el desarrollo de espacios virtuales se plantea como pauta inicial el reconocimiento de un propósito para su creación, alrededor del cual se concentrara toda la dinámica de acciones que puedan ser ejecutadas dentro de la simulación. Entre los objetivos que se pueden tener para la elaboración de un entorno virtual se nos mencionaron algunos como entretenimiento, visualización, entrenamiento, mercadotecnia, inclusive el poder tratar la condición de afantasia⁸⁸ en las personas la cual se caracteriza por la carencia de poder visualizar voluntariamente imágenes mentales.

Las entrevistas develan diferencias existentes entre el manejo de conceptos por parte de los desarrolladores de este tipo de tecnología para referirse a componentes dentro de las plataformas de diseño y los diversos parámetros a tomar en cuenta para su óptimo funcionamiento en la simulación. Se incorporan a conceptos como modelos para referirse a los objetos que conformaran el espacio virtual y el uso de algoritmos que conforman una secuencia de acciones condicionadas, la importancia de parámetros como calidad, luz, cantidad, se vuelven variables primordiales para crear una experiencia orgánica para el usuario.

Se habla de una experiencia virtual que mediante el uso de equipo tecnológico puede crear en la persona una sensación de presencia dentro del espacio, para una inmersión más orgánica dentro del modelo, esta experimentación dentro de un entorno nos lleva a una evaluación por interacción, además de brindar un ambiente controlado y seguro para llevar a cabo experimentos que podrían resultar riesgosos o costosos para realizar. Entre las variables

⁸⁸ Descrita por el autor GallagherJames Gallagher, "Afantasia, o Cómo Es Una Vida Sin Imágenes Mentales," *BBC*, 2020, https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/08/150826_salud_afantasia_condicion_visualizar_imagenes_mr#:~:text=Pero mientras que a Niel,personas sí les provoca sufrimiento. como una carencia en la capacidad de ciertas personas para desarrollar imágenes visuales mentales.

de interacción y desplazamiento, si se busca crear una sensación de realismo dentro del lugar esta primera variable podría llegar a alterar este efecto en el usuario, ya que si el objeto no reacciona según lo esperado daría una impresión de ficción rompiendo con la experiencia orgánica que se busca crear, por otro lado desplazamiento se menciona como algo fundamental, inclusive en uno de los cuestionario se hace relación a la sensación de estrés por parte de una persona dentro de un ambiente virtual con la falta de movimiento dentro de una simulación.

En el caso de la relación con este tipo de tecnologías con las áreas de diseño de interiores y arquitectura, se considera que su uso dentro de estas disciplinas podría sugerir una herramienta de trabajo que proporcione una mejor visión del diseño propuesto. Los entrevistados siendo desarrolladores de ambientes virtuales, desde una postura de clientes prospectos de diseñadores y arquitectos, encuentran la inmersión de este tipo de tecnologías dentro de estas disciplinas proyectuales como algo inevitable y enriquecedor para la presentación de proyectos.

La información obtenida de los cuestionarios aplicados indica que existe una gran implementación de este tipo de tecnología en diversas áreas del conocimiento, las cuales hacen énfasis en los parámetros a tomar en el desarrollo de modelos espaciales y ambientales en plataformas de realidad virtual, sobre todo en el caso de las disciplinas como arquitectura y diseño de interiores que buscan presentar modelos apegados a un realismo que exprese la obra ya materializada.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL MODELO

La digitalización del proyecto arquitectónico para su presentación virtual inicia con su trazo en la plataforma de trabajo de *SketchUp 2019*, misma en la cual se llevará a cabo la volumetría y diseño del modelo. En la Figura 17 se muestra el modelo a desarrollar, el cual consiste en una vivienda localizada en el Paso Texas, en un terreno de 1460.29 m² y cuenta con 399.28 m² construidos actualmente, es habitada por 4 personas jóvenes con un rango de edad de entre los 30-26 años, además de contar con la presencia de 4 perros de raza pequeña que conviven en los diferentes espacios interiores.

Los planos de la vivienda fueron proporcionados por los propietarios para el desarrollo de la propuesta, la cual tiene como intención la creación de un diseño arquitectónico que logre responder de manera efectiva a sus necesidades en cada espacio.

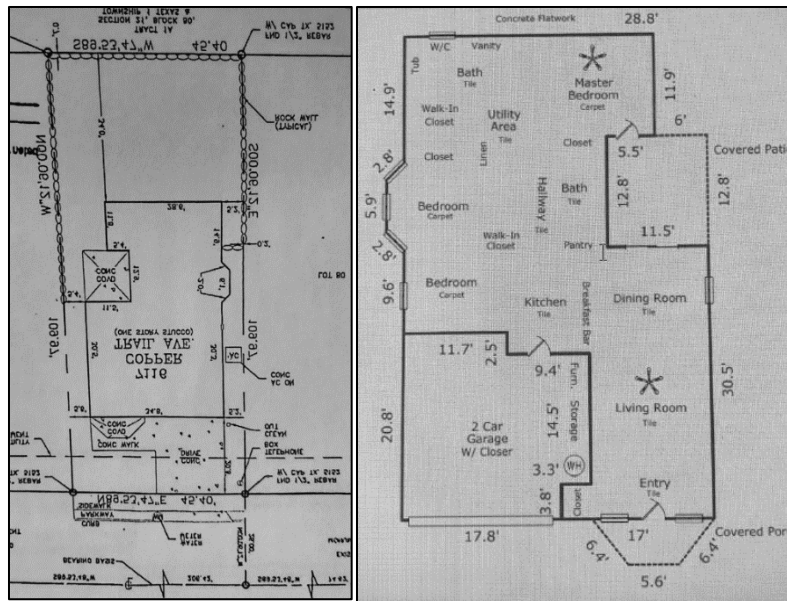


Figura 18. Plantas arquitectónicas de la vivienda.⁸⁹

⁸⁹ Planos proporcionados por los propietarios y realizados por la compañía de paneles solares. "SunPro Solar," 2020, https://www.gosunpro.com/location/texas/el-paso-solar/?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=gmb.

La inquietud que se tiene por parte de los propietarios al adquirir esta nueva vivienda es el cómo adaptar los espacios a sus necesidades para que sea un ambiente funcional que responda a su estilo de vida, además del como seria visualmente la ampliación que desean llevar a cabo en la entrada principal para crear un espacio de lectura.

El incremento en el uso de las áreas comunes como a la sala, el comedor y la cocina, son en parte una consecuencia del aislamiento al que se han tenido que adaptar un gran número de personas en su vivienda por la pandemia mundial del COVID-19, así como la búsqueda por un espacio privado para el descanso, trabajo o lectura para realizar actividades que requieren un mayor nivel de concentración dentro de la vivienda.

Además, se les comento de la posibilidad de presentar el proyecto utilizando realidad virtual, los ocupantes tienen experiencias previas con ambientes virtuales simulados he incluso cuentan con un equipo personal dentro de su vivienda, por lo que su uso en la presentación del proyecto se vuelve accesible, también se solicitó a los usuarios brindar algunas fotografías de las áreas para conocer su estado actual y el mobiliario colocado de manera reciente en la sala, para facilitar su modelado dentro del diseño.

La fachada de la vivienda se muestra en la Figura 19, nos presenta la entrada principal y la puerta de cochera, en esta área se realizará una ampliación para la creación de un espacio de lectura y recepción, además se colocará una barda para cubrir la necesidad de mayor privacidad y seguridad externada por los habitantes de la vivienda.



Figura 19. Fachada y entrada principal, vista actual.⁹⁰

⁹⁰ Fotografías adquiridas de la compañía inmobiliaria estadounidense. "Zillow," 2020, https://www.zillow.com/homedetails/7116-Copper-Trail-Ave-El-Paso-TX-79934/118223861_zpid/.

Al acceder a la vivienda se encuentra la sala, donde recientemente se realizaron adaptaciones a la vivienda por parte de los propietarios, mismos que se decidieron respetar y mostrar en el modelo digital, modelando el mobiliario e igualando tonalidad y materiales implementados que se visualizan en la Figura 20, a partir del diseño realizado en el área de la sala se plantearon las tonalidades del resto de la vivienda para crear una relación entre los demás espacios.

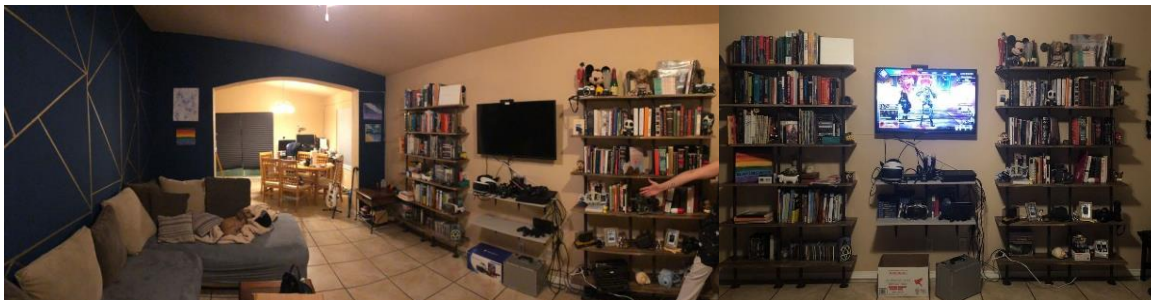


Figura 20. Fotografía de la sala tomada por el propietario.

El comedor y la cocina se encuentra con colores neutros en tonos crema y mobiliario de madera, en la Figura 21 se observa el espacio destinado al comedor que cuenta con diversas entradas de luz natural y comunica la sala con la cocina (Figura 22. Espacio de cocina), por lo que las tonalidades y materiales involucrados en estas áreas tenían que buscar formar una homogeneidad en el diseño interior de la vivienda. A diferencia la recámara principal mostrada de varios ángulos en la Figura 23 y el jardín en la Figura 24, que permiten una mayor individualidad del resto del diseño, todas las áreas fueron planeadas tomando en cuenta las necesidades de los habitantes de la casa, así como las diferentes mascotas de estos, así como los accesorios decorativos y el mobiliario existente que se deseaba conservar.



Figura 21. Vista de comedor.



Figura 22. Espacio de cocina.



Figura 23. Fotografía de la recámara principal tomada por el propietario.



Figura 24. Área de jardín.

El modelado para la digitalización de los planos presentados anteriormente se realizó tomando en cuenta los comentarios realizados por los usuarios y se respetaron elementos adecuados recientemente en los espacios, la ampliación de la entrada principal pretende reubicarla en el muro lateral junto a la cochera, además de añadir un espacio de lectura y recepción, así como una barda perimetral alta con diseño de semicírculos en la parte frontal, en la Figura 25 se puede observar el diseño que se propone para la fachada de la vivienda con los cambios anteriormente mencionados.



Figura 25. Fachada, vista en SketchUp 2019. Encerrado, 2020.

Durante el modelado del proyecto el archivo empezó a incrementar su peso en la plataforma de *SketchUp* y alentar su representación dentro ordenador, por lo que se tomaron decisiones respecto a las áreas que son indispensables de simular de las que no requieren un cambio tan amplio, por lo que se muestra durante la simulación un recorrido en línea recta que muestre las áreas de recepción, sala, comedor, cocina , recámara principal y espacios exteriores, los cuales resultan de mayor importancia para los propietarios de la vivienda.

A continuación, se muestra una vista aérea de la vivienda (Figura 26. Vista aérea de proyecto), con los espacios diseñados del proyecto que se presentaran al cliente:

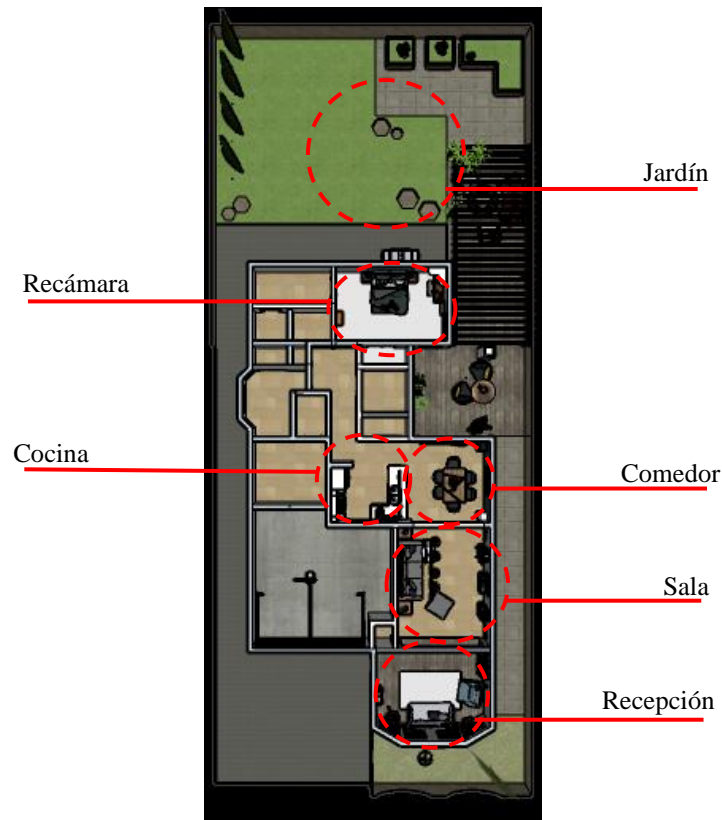


Figura 26. Vista aérea de proyecto. Encerrado, 2020.

Recepción:

Las actividades que pretenden desempeñarse dentro de esta habitación son de interacción social y de lectura, por lo que el mobiliario propuesto consiste en sillones cómodos y áreas de almacenamiento, el diseño arquitectónico este espacio es propuesto por el cliente, el cual solicitó el uso de muros en diagonal y la colocación de ventanas altas que permitieran tener una vista hacia el exterior y la entrada de luz solar durante el día. Las tonalidades propuestas para los muros son colores neutros que permiten el uso de contrastes de color en el mobiliario, luminarias y accesorios decorativos. (Figuras 27-29)



Figura 27. Vista general del área de recepción. Encerrado, 2020.



Figura 28. Vista de la entrada principal Encerrado, 2020.



Figura 29. Vista de área de lectura en la recepción. Encerrado, 2020.

Sala:

La sala comprende un lugar dedicado a realizar actividades de ocio (Figuras 30-32) como mirar una película y jugar videojuegos, esta última comprende el uso de realidad virtual, ya que disponen de los visores y controles diseñados por la empresa Sony para la consola de Play Station, los cuales hacen esta actividad más interactiva. Por lo que, en el diseño de este lugar se toma como prioridad la propuesta de un mobiliario que permita una estancia cómoda por tiempo prolongado y funcional en el soporte de objetos pequeños como una bebida, un tazón de palomitas, etc., además de cuidar la altura de las mesas para evitar que los elementos que se coloquen sobre ellas se encuentren al alcance de los perros, también se considera el espacio de movimiento dentro del espacio y de circulación respecto a su comunicación con las otras áreas.

El diseño en el muro es realizado por los propietarios (Figura 30. Sala, vista del muro con diseño), por lo que se adapta a la vista digital del proyecto y sirve de guía en el diseño de las otras habitaciones, así como en la decisión de la paleta de colores.



Figura 30. Sala, vista del muro con diseño. Encerrado, 2020.



Figura 31. Sala, vista lateral. Encerrado, 2020.



Figura 32. Sala, vista del muro de televisión. Encerrado, 2020.

Comedor:

El mobiliario en esta área es un comedor de madera para seis comensales (Figura 33 y 34), con un diseño de mesa con figuras parecidas al muro de la sala, creado por líneas rectas

que atraviesan la mesa a lo ancho, lo cual permite que se unifique con el resto de la casa. El color propuesto en el muro con ventana corresponde a un verde azul de la paleta de Pantone 3302C, además del uso de tonalidades en negro en accesorios, sillas, lámpara colgante, persiana y un mueble estilo industrial.



Figura 33. Comedor, vista lateral. Encerrado, 2020.



Figura 34. Comedor, vista frontal. Encerrado, 2020.

Cocina:

El diseño está conformado por mobiliario disponible en la tienda IKEA, la cual vende módulos con medidas estándares para el armado de una cocina residencial, la propuesta

consiste en una cocina lineal con refrigerador, estufa y microondas con campana, con barra en la cual se encuentran ubicadas la tarja de dos tinas y la lavaplatos, los materiales propuestos son melamina con vistas exteriores en madera para los gabinetes inferiores, negro mate para los gabinetes superiores y una cubierta de granito. (Figuras 35 y 36)



Figura 35. Cocina, vista frontal. Encerrado, 2020.



Figura 36. Comedor, vista lateral. Encerrado, 2020.

Recámara:

El diseño de la recámara se presenta de forma minimalista con un acomodo céntrico de la cama, la cual cuenta con mesas laterales y un diseño de cabecera en el muro, conformada por un papel tapiz de tono esmeralda con impresiones de catrinas en color oro.

La sección del tocador se propone su ubicación en el muro con la ventana para aprovechar la luz solar cuando se encuentre en uso este espacio, el cual se encuentra conformado por un taburete de baja altura, una cómoda para almacenar objetos y dos espejos con esquinas redondeadas en tonos negro y oro. En el muro paralelo a este, se encuentra ubicada el contenedor de la víbora, una adquisición reciente de los propietarios y este espacio se encuentra actualmente adaptado a las necesidades de esta mascota. (Figuras 37-39)



Figura 37. Recámara principal, muro con papel tapiz. Encerrado, 2020.



Figura 38. Recámara principal, muro con acceso al jardín. Encerrado, 2020.



Figura 39. Recámara principal, muro con acceso al baño. Encerrado, 2020.

Jardín:

Esta área la integran varias zonas, el recibidor al cual se tiene acceso por el comedor o la recámara principal y contiene plantas en macetas altas, una mesa y dos sillas exteriores de madera, además de un corredor con piso deck sintético y una pérgola de madera que conduce al usuario a una sala exterior, con una mesa con una zona para realizar fogatas en el centro. (Figuras 40-43)



Figura 40. Jardín, recibidor. Encerrado, 2020.



Figura 41. Jardín, muro de color del recibidor. Encerrado, 2020.

En la parte trasera de la casa se localiza unas camas de cultivo elevadas para la plantación de hortalizas, a una altura adecuada para ser trabajadas y fuera del alcance de los perros, dentro de la zona del césped, están plantados cuatro pinos ciprés, y se sugiere colocar figuras hexagonales referentes a las formas de un panal de abejas, como elemento decorativo, además en la zonificación de áreas se propone enmarcar la zona del asador con un color azul en el muro trasero de la casa.



Figura 42. Jardín, sala exterior y camas de cultivo. Encerrado, 2020.



Figura 43. Jardín, área de asador. Encerrado, 2020.

Desarrollo del modelo en realidad virtual

Una vez concluida la etapa de modelación en la plataforma de *SketchUp 2019*, se descargó la prueba gratuita que brinda la página de *Unity* del complemento *Unity Reflect*, el cual dispone de varias opciones para su compatibilidad en proyectos creados en plataformas *BIM*, en este caso de específico su uso para un modelo desarrollado en *SketchUp* el cual, una vez instalado el complemento, se coloca en el menú de extensiones la opción de *Unity* (Figura 44. Captura de pantalla de *SketchUp* con el complemento de *Unity Reflect*), además de desplegarse una barra en el menú con dos iconos referentes a la acción de exportar a *Unity* o sincronizar modelo, mismas que aparecen en el menú de extensiones.

La primera opción, nos brinda la oportunidad de exportar el modelo con especificaciones de materiales para trabajar el modelo en la plataforma de *Unity*, la segunda opción permite sincronizar el proyecto en las plataformas de *SketchUp* y *Unity*, para que cualquier cambio que sea realizado en el programa *BIM* se vea reflejado en la plataforma para videojuegos.

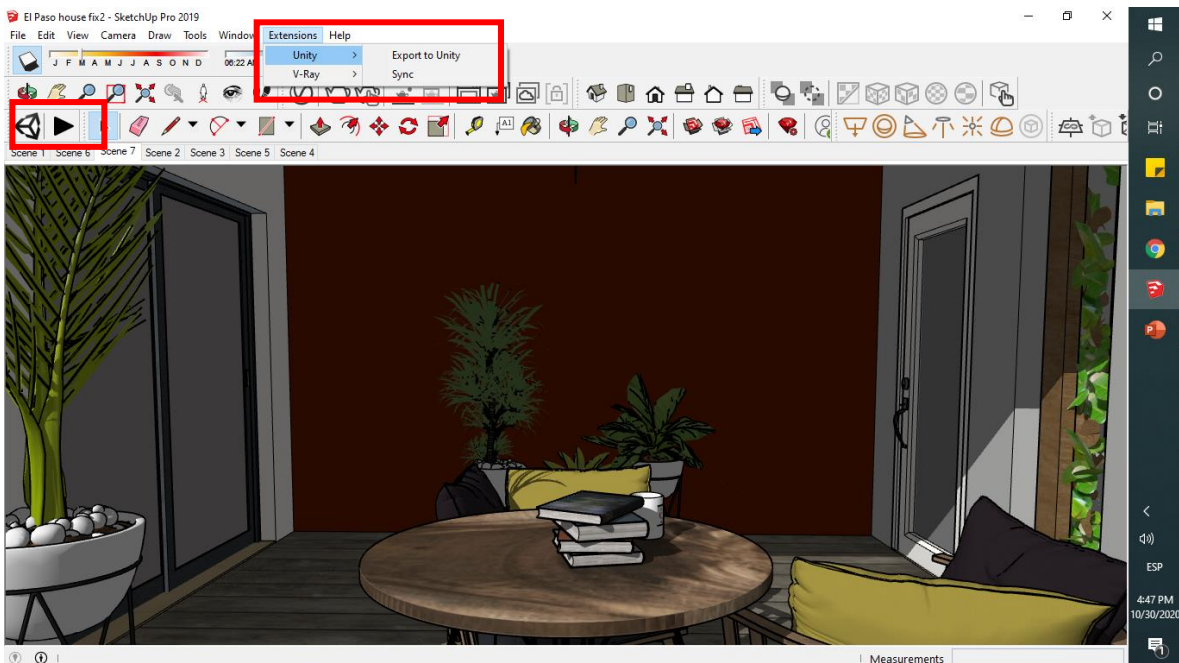


Figura 44. Captura de pantalla de SketchUp con el complemento de Unity Reflect. Encerrado, 2020.

El uso de estos complementos no fue posible debido a las características del equipo computacional que se está implementando en el desarrollo de la investigación y la necesidad de adquirir *Unity Pro*, el cual tiene un costo elevado a diferencia del *Unity Personal* debido a que se encuentra en la sección de negocios dentro de la plataforma oficial, por lo que se decidió descartar el uso de *Unity Reflect* en el desarrollo del proyecto de investigación.

Para la manipulación del proyecto en la plataforma de *Unity2019*, se importaron los archivos extraídos del modelo diseñado en *SketchUp* en formato fbx, debido a lo grande del archivo se tuvo que seccionar el modelo en partes, dicha exportación tuvo consigo la creación de diferentes carpetas con archivos referentes a los materiales de cada sección del modelo (Figura 45. Captura de pantalla de *Unity*, aplicación de materiales). Una vez realizado el acomodo de los modelos importados se sincronizaron los materiales con los elementos dentro del modelo, además se buscó un paquete de árboles en 3D para sustituir los colocados en la anterior plataforma, esto debido a que se encontraban en un formato plano y se dificultaba su visualización de manera correcta.

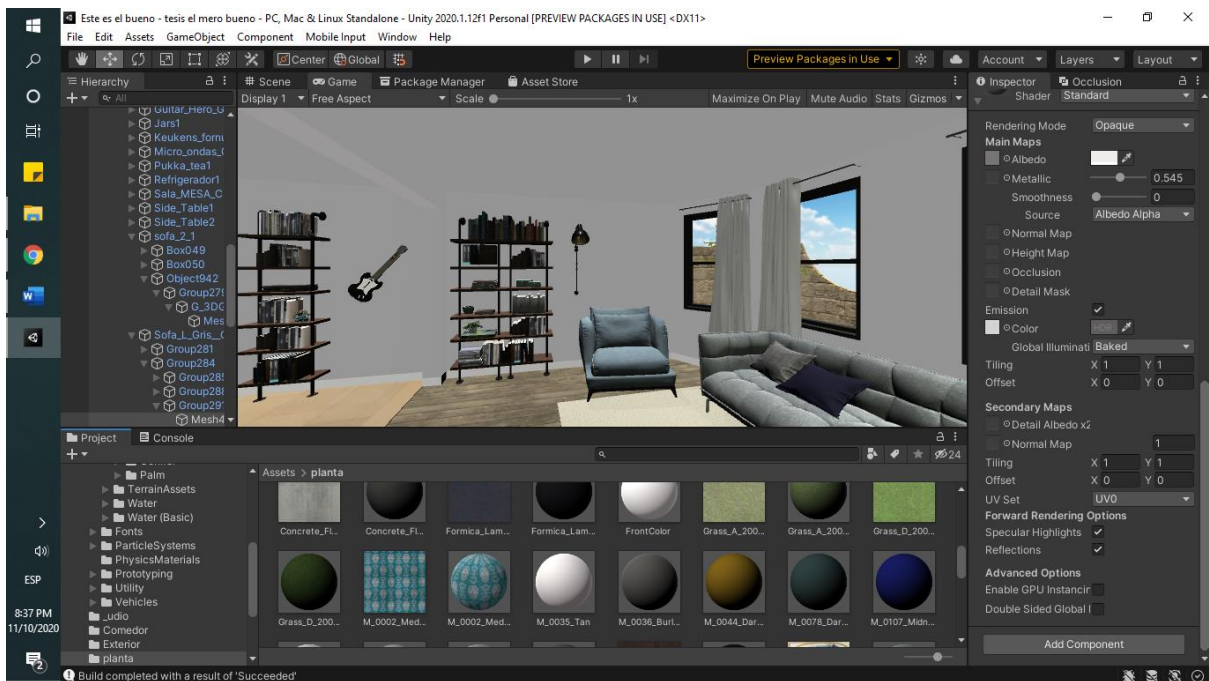


Figura 45. Captura de pantalla de Unity, aplicación de materiales. Encerrado, 2020.

Al iniciar un proyecto en el programa, se encuentra de manera predefinida una cámara, visor que muestra tu posición en la ventana del videojuego, por lo que se coloca en el interior de la vivienda, además se presenta un elemento de iluminación general (la luz solar), el cual se proyecta por encima del modelo, además se le da intensidad, color a las sombras proyectadas por encima de los componentes del modelo y orientación una que permita una visión correcta de las áreas exteriores, esto para una correcta visibilidad por parte del usuario.

Durante el recorrido el usuario tendrá acceso a vistas al exterior mediante ventanas y el trayecto por el jardín, colocándose en la escena un elemento de cielo, el cual permite proyectar imágenes de cielo o paisajes y apoyar el posicionamiento del sol.

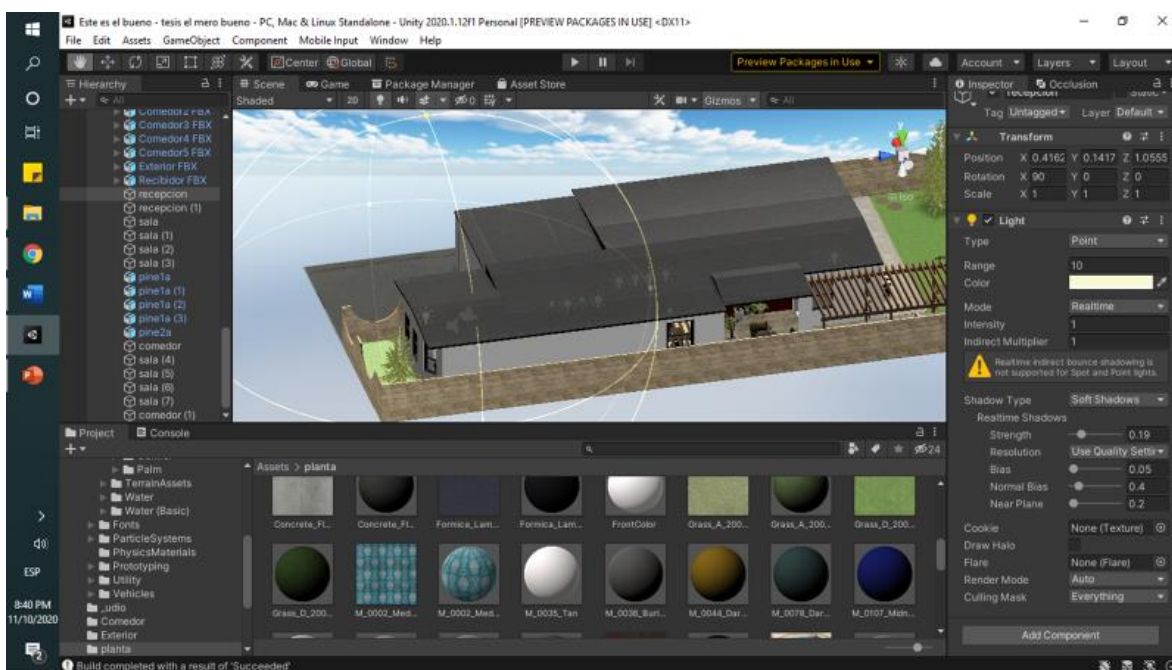


Figura 46. Captura de pantalla de Unity, iluminación interior. Encerrado, 2020.

En el caso de la iluminación interior (Figura 46. Captura de pantalla de *Unity*, iluminación interior), se tienen varios formatos para posicionar la luz dentro de la escena, estas fueron colocadas tomando en cuenta las luminarias propuestas en cada área, durante este proceso se pudo observar el cómo la escena se oscurecía de manera tenue en

paquetes de elementos prefabricados que permitieran al jugador realizar las actividades anteriormente mencionadas, además se selecciona e integra el audio que acompaña al usuario junto a un sonido de pisadas para hacer apoyar la ilusión de presencia durante el desplazamiento por la vivienda virtual.

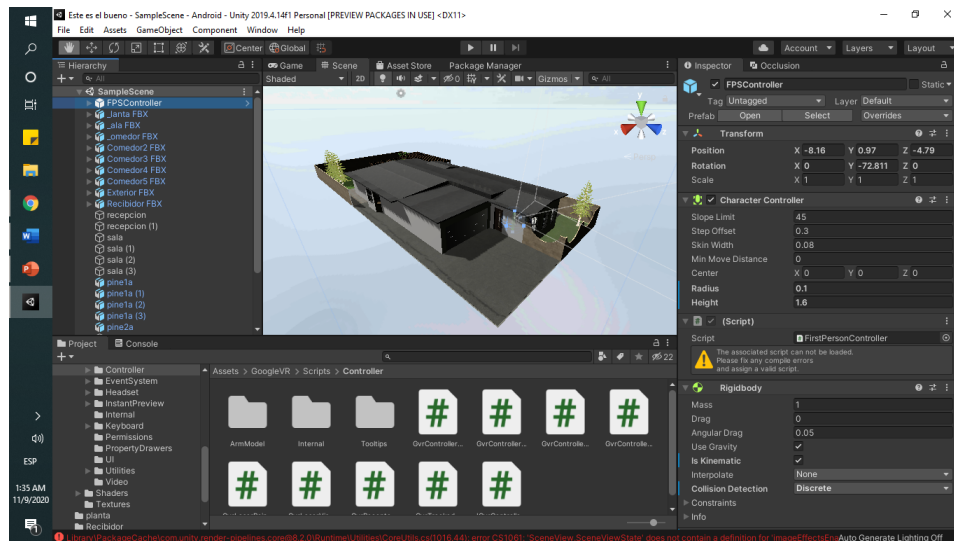


Figura 48. Captura de pantalla de Unity, posicionamiento del jugador. Encerrado, 2020.

La creación del audio que se ha utilizado en el ambiente se realiza a través de la aplicación de Voice Memos que se encuentra predefinida en el dispositivo móvil iPhone 6 (Figura 49. Audio de vivienda), en la cual se grabaron sonidos de un recorrido realizado en las habitaciones de la planta baja de mi vivienda, partiendo de la entrada principal, cruzando áreas como la sala, el comedor, la cocina y finalizando con la salida por el punto de partida rumbo a la cochera, para incluir en la grabación sonidos interiores y exteriores de una vivienda, siguiendo un patrón de recorrido similar al propuesto en el ambiente virtual.

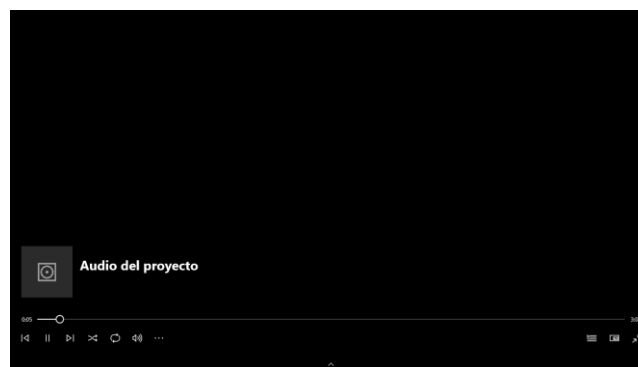


Figura 49. Audio de vivienda. Encerrado, 2020.

La duración de la grabación es de tres minutos aproximadamente y durante su reproducción se pueden escuchar animales como pájaros y perros, autos transitando, puertas de casas vecinas cerrándose, el aire moviendo las hojas de los árboles, el refrigerador funcionando e incluso el silencio que también está presente en el interior de una casa.

Una vez agregadas las acciones de movimiento y el audio de sonido de fondo durante el recorrido, se realizaron varias pruebas en la plataforma en modo videojuego (Figura 50. Vista del modelo dentro del recorrido), con la intención de ajustar parámetros de los movimientos de la cámara y la velocidad del desplazamiento dentro del entorno, y brindar al usuario una experiencia orgánica y confortable durante la simulación.

En el momento en que el modelo se visualiza en modo videojuego o aplicación la imagen se renderiza, cambiando las tonalidades y detalles en los materiales colocados para obtener una mejor calidad. Al mismo tiempo se realiza una inspección del cómo se visualizan los materiales posicionados y su configuración realizada para presentar su textura, antes de realizar la exportación de esta como una aplicación móvil para dispositivo Android.



Figura 50. Vista del modelo dentro del recorrido. Encerrado, 2020.

Posteriormente se realizan las pruebas finales en un visor de realidad virtual (Figura 51. Fotografía del visor de realidad virtual con dispositivo móvil y control), que permite la

colocación de un dispositivo móvil en la parte frontal para la visualización de la aplicación y auriculares a los lados para la reproducción del audio, además se vincula un control mediante bluetooth al celular que permita realizar las acciones de desplazamiento, ya que el casco únicamente nos ayuda a posicionar la visión del usuario dentro del lugar.



Figura 51. Fotografía del visor de realidad virtual con dispositivo móvil y control. Encerrado, 2020.

El instrumento desarrollado para evaluar la percepción del diseño consiste en el uso de la escala de Likert, de acuerdo con Fabila⁹¹ puede ser utilizada como método interrogativo en la recolección de información subjetiva, como lo es la percepción de una persona, opiniones, preferencias, a las cuales se busca acceder por medio de enunciados acerca de algo. La selección de este método en la recolección de datos se debe a que se busca conocer la percepción que tiene el usuario del espacio presentado y así comprender los elementos de presentación (render y realidad virtual), permitiendo evaluar el espacio arquitectónico en cuestión de funcionalidad de acuerdo con su estilo de vida.

De acuerdo con Sánchez⁹² los sentidos perciben cualidades dentro de un espacio, por lo que, en la medición de la percepción desarrollada por el usuario, se usan adjetivos calificativos en las preguntas planteadas, así como los parámetros planteados por Fabela en la implementación de la escala Likert. El uso de expresiones sencillas, así como la inclusión de opiniones que puedan ser debatidas y una escala de estimación, se compone por cinco opciones: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo. La muestra para su aplicación se acota solamente a las personas que se localizan realizando la cuarentena dentro de la vivienda y al acceso que se tiene del equipo para el recorrido virtual.

El instrumento se transcribió a un formato digital utilizando la plataforma de Online Encuestas⁹³ para realizar la aplicación de encuestas en línea, dentro de este se seccionaron las preguntas por áreas, dejando un apartado final para preguntas referentes al proyecto en general, demás se facilitó el uso de vínculos que permiten un acceso rápido al participante.

Vínculos de acceso:

Encuesta de renders. <https://www.onlineencuesta.com/s/47565c0>

Encuesta de realidad virtual. <https://www.onlineencuesta.com/s/2835e0e>

⁹¹ Angélica María Fabila Echauri, Hiroe Minami, and Manuel Jesús Izquierdo Sandoval, "La Escala de Likert En La Evaluación Docente : Acercamiento a Sus Características y Principios Metodológicos," *Textos y Contextos*, 2013, 31–40.

⁹² Sánchez Olaya, "El Aprendizaje de La Percepción Del Espacio Arquitectónico."

⁹³ Enuvo GmbH, "Online Encuestas," 2020, <https://www.onlineencuesta.com/>.

Instrucciones: Marca en la casilla según sea tu percepción de los elementos que se mencionan en casa enunciado.					
1-Totalmente en desacuerdo 2-En desacuerdo 3-Ni de acuerdo ni en desacuerdo					
4-De acuerdo 5- Totalmente de acuerdo					
	1	2	3	4	5
1.El recibidor puede ser usado como un área de lectura.					
2. El mobiliario en el recibidor permite recibir visitas y mantener una conversación en este espacio.					
3.El espacio en la sala permite que se realicen actividades de entretenimiento y ocio. (ver películas, jugar videojuegos, etc.)					
4. El sillón de la sala se ve cómodo para mirar películas y es suficiente para que puedan estar ahí 4 personas a la vez.					
5. El diseño del comedor (mueble) que se observa permite una comida cómoda y ordenada para varios.					
6. La iluminación en el salón comedor te permite tener una buena visualización.					
7.El diseño de la cocina, te presenta una buena distribución para realizar actividades de manera cómoda, una o dos personas.					
8.Los gabinetes superiores en la cocina cuentan con una altura adecuada para alcanzar las cosas en el interior.					
9. Los gabinetes de la cocina son suficientes para almacenar toda la despensa y trastes que se tienen.					
10.El área de trabajo en la cocina para la preparación de alimentos es suficiente para poder picar, batir, etc.					
11. Las lámparas en la cocina permiten visualizar correctamente las áreas de trabajo.					

12. Los espacios de circulación dentro de las áreas presentadas son amplios.					
13. El mobiliario en la recámara se observa cómodo y bien distribuido.					
14. Las áreas de almacenamiento en la recámara son escasas.					
15. El recibidor en el área de jardín cuenta con una mesa adecuada para trabajar al exterior.					
16. El mobiliario exterior seleccionado se ve cómodo ideal para funcionar como área de relajación.					
17. Las camas de cultivo se encuentran bien ubicadas en el patio.					
18. El diseño desarrollado en el patio hace que luzca amplio.					
19. El área de asador permite preparar comida cómodamente afuera.					
20. Los lugares presentados logran solucionar tus necesidades dentro de ellos.					
21. Los espacios presentados tienen un parecido al espacio actual.					
22. La composición de los espacios, mobiliario y elementos decorativos se visualizan de manera clara y permiten una comprensión del diseño arquitectónico.					

La implementación de la realidad virtual en el proyecto arquitectónico

La modalidad en la aplicación de encuestas y el monitoreo de la experiencia inmersiva dentro de un entorno virtual, se realiza de manera digital, con la implementación de diversas plataformas de comunicación: *Telegram* (plataforma de mensajería) la cual nos permite enviar la dirección de enlace para la realización de cada encuesta a los participantes según fuera el caso y los renders desarrollados para la visualización del proyecto, *Google Drive*, como un servicio de alojamiento y permitió el envío de la aplicación creada en un formato apk para brindar al cliente una fácil descarga de este, y por último el uso de *Zoom*, un programa creado para entablar video comunicaciones, lo cual permite observar a distancia la reacción de la persona durante el recorrido.

La dinámica de ejecución para la aplicación de ambas encuestas consiste en dos momentos, el primero, los renders realizados, los cuales se pusieron a disposición del cliente en un orden que hiciera alusión al recorrido, desde el ingreso a la vivienda por la entrada principal, con el fin de conservar el orden de las áreas dispuesto en las encuestas y facilitar la evaluación del proyecto.

Días posteriores a esta evaluación, una vez concluida la etapa de pruebas de la aplicación desarrollada, se les solicitó a los participantes llevar a cabo la descarga del archivo apk ubicado dentro de la plataforma de *Google Drive* en el dispositivo móvil que fuera a ser implementado dentro del visor de realidad virtual, además se coordinó una videollamada dentro de la plataforma de *Zoom* (Figura 52. Fotografías del recorrido tomadas desde *Zoom*), con el fin de observar la realización del recorrido virtual y efectuar anotaciones desde la perspectiva del diseñador. Por último, se envía el segundo formulario de encuesta.

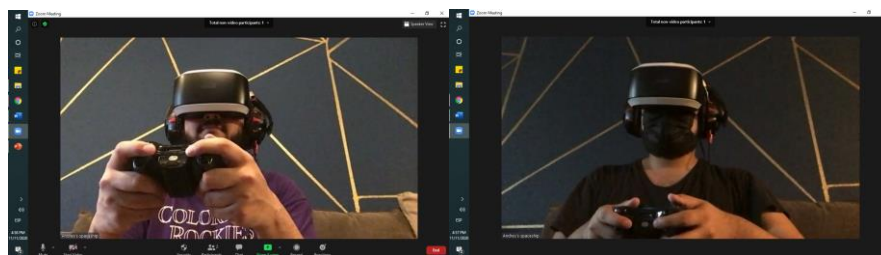
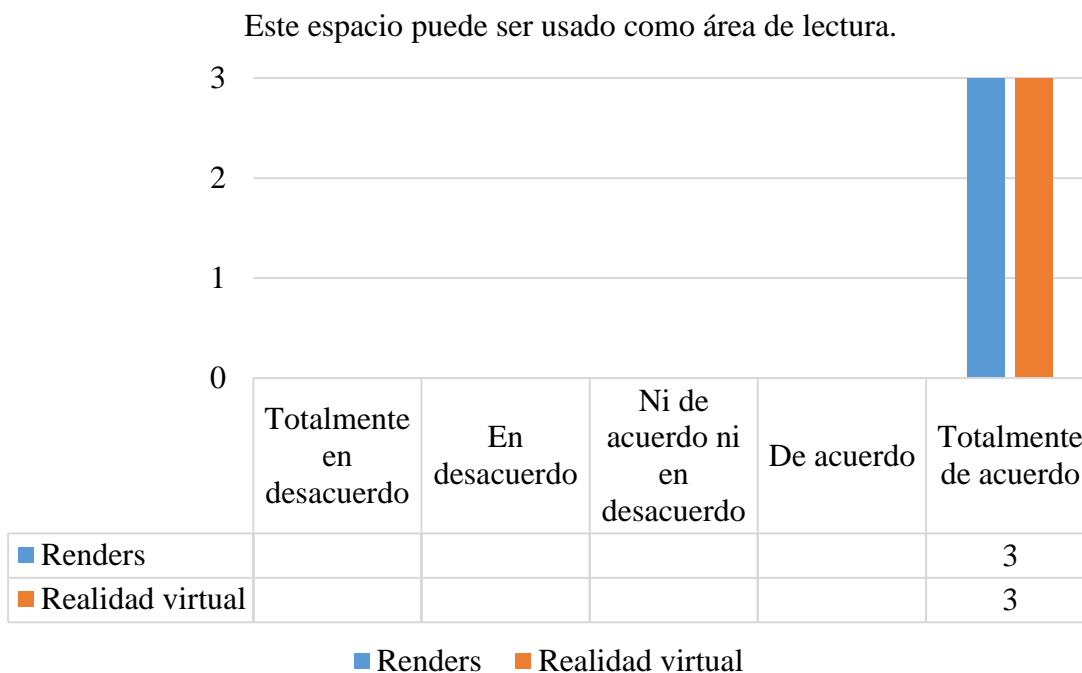


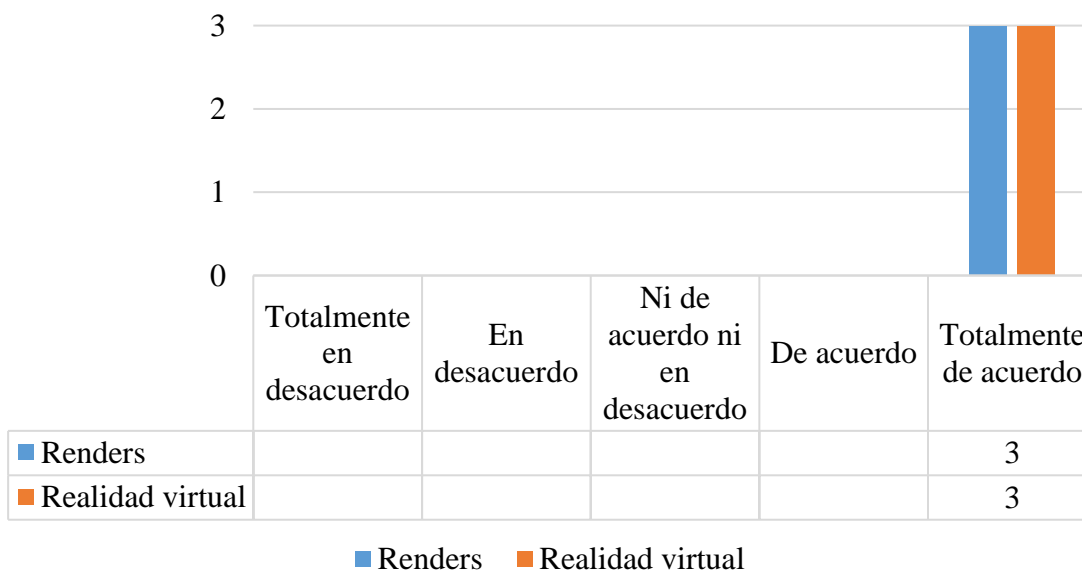
Figura 52. Fotografías del recorrido tomadas desde Zoom. Encerrado, 2020.

La información obtenida de las encuestas aplicadas se extrajo de la plataforma virtual y se vació en las tablas que se presentan a continuación:

Recepción.

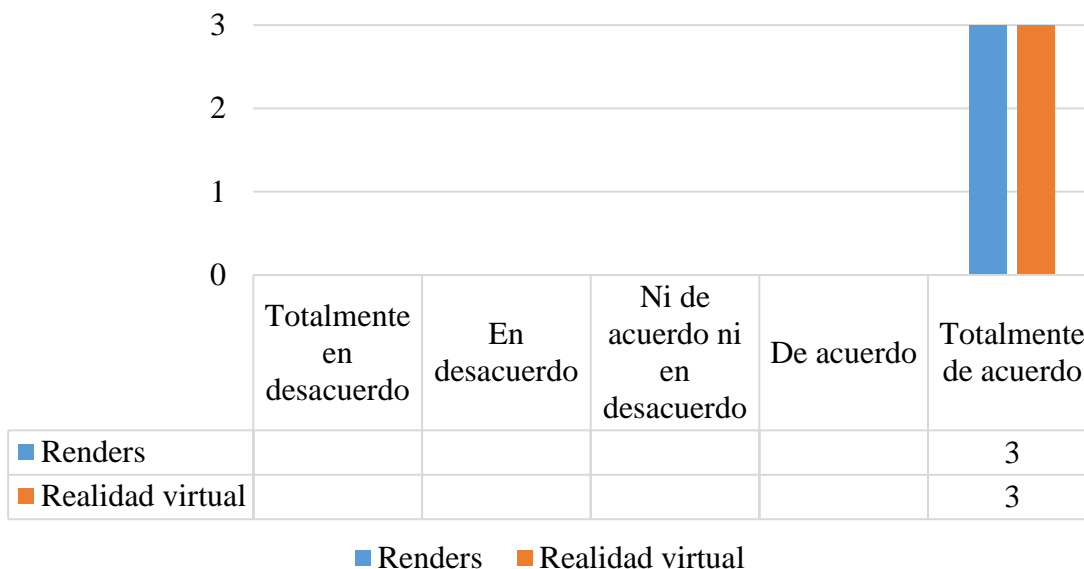


El mobiliario en el recibidor permite recibir visitas y mantener una conversación en este espacio.

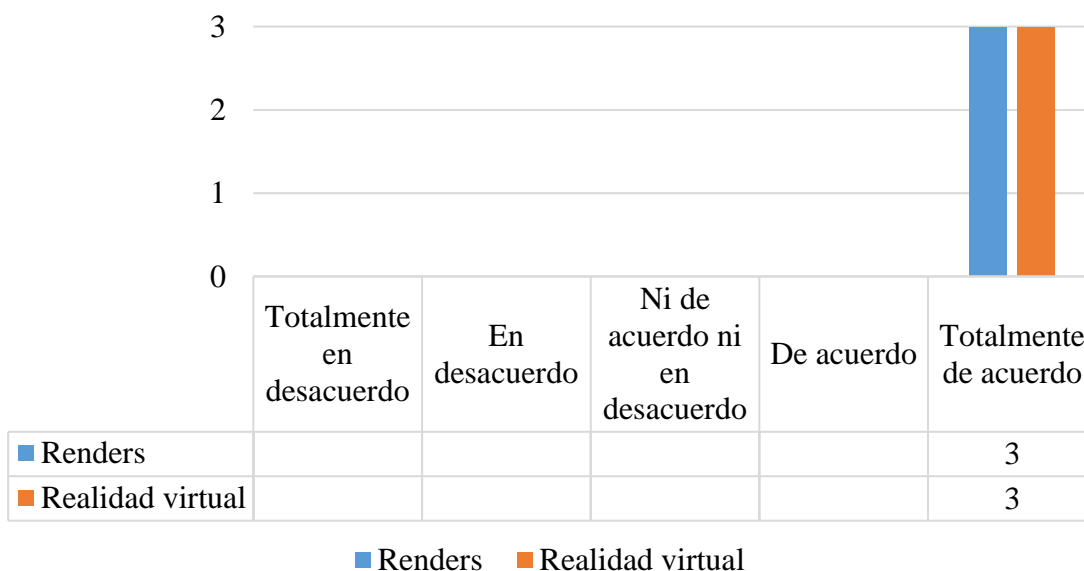


Sala.

El espacio en la sala permite que se realicen actividades de entretenimiento y ocio. (ver películas, jugar videojuegos, etc.)

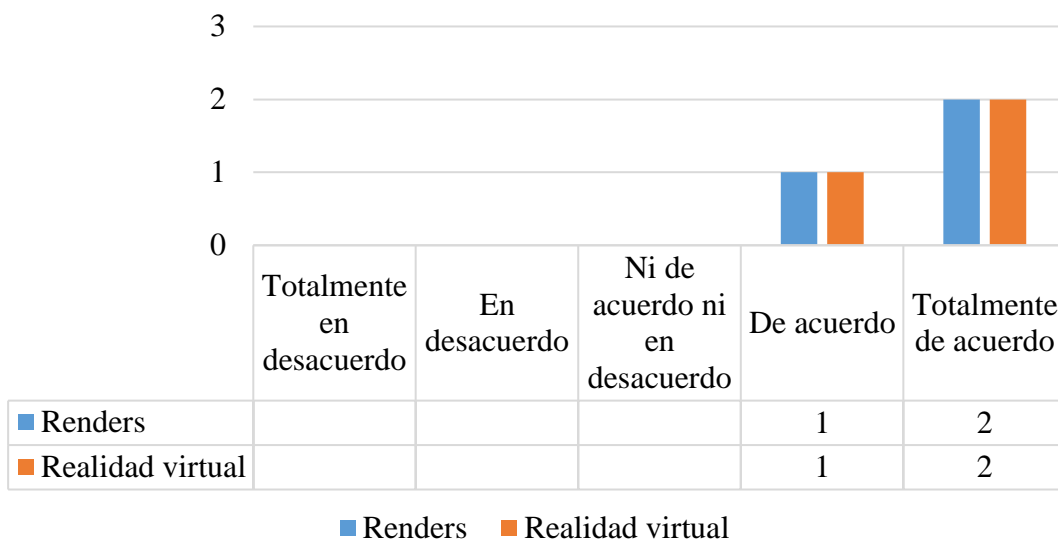


El sillón ubicado en esta habitación se ve cómodo para mirar películas y es suficiente para que puedan estar ahí 4 personas a la vez.

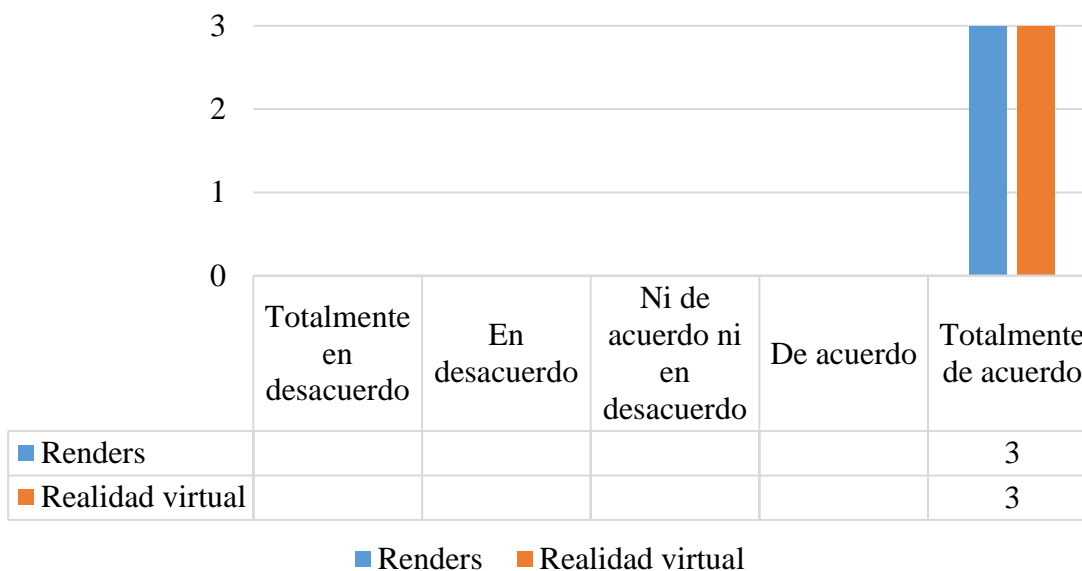


Comedor.

El diseño del comedor (mueble) que se observa permite una comida cómoda y ordenada para varios.

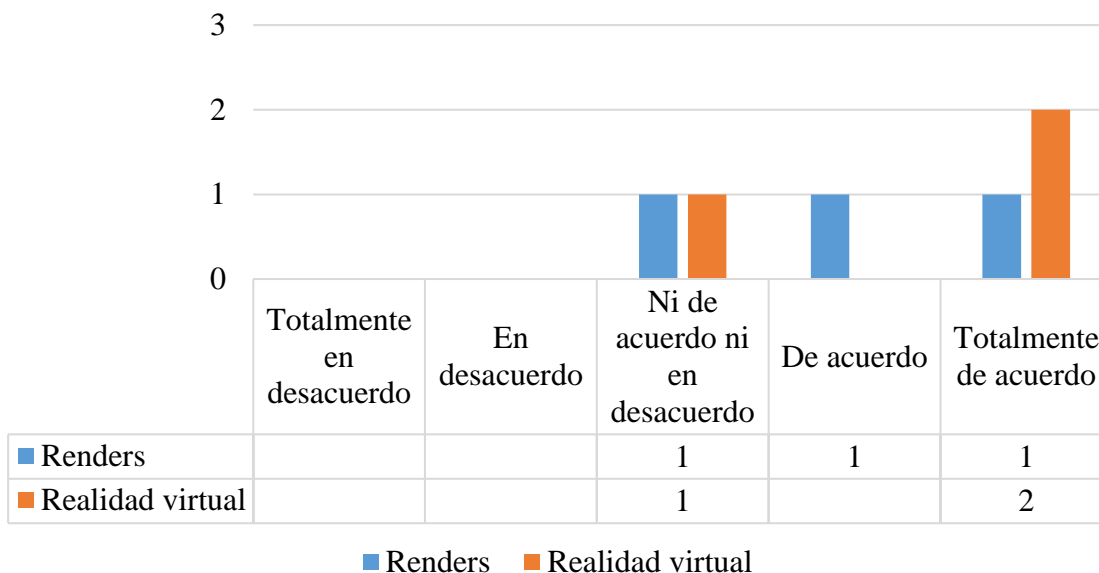


La iluminación en el salón comedor te permite tener una buena visualización.

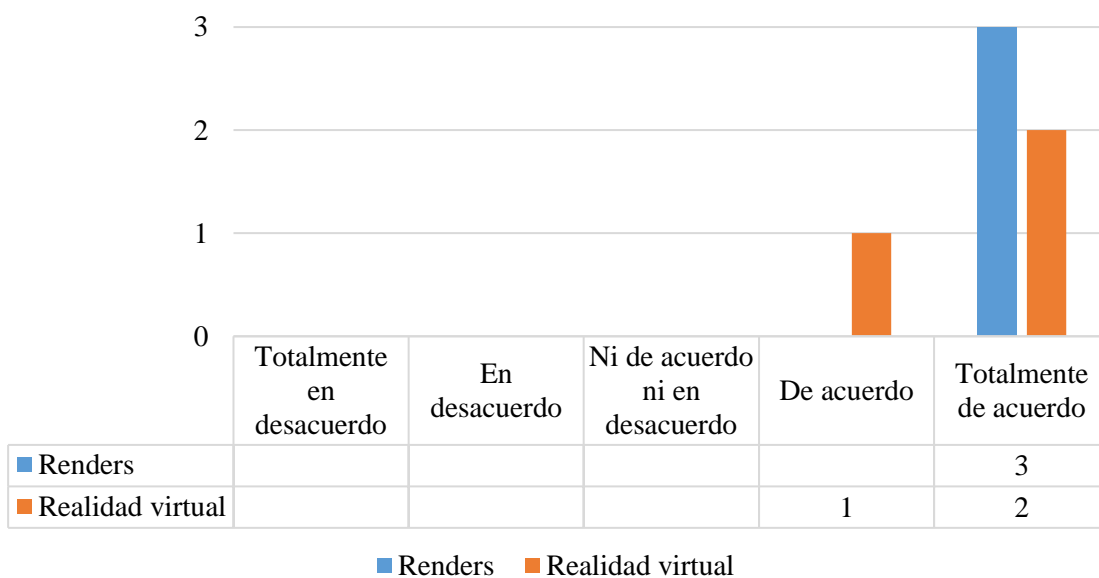


Cocina.

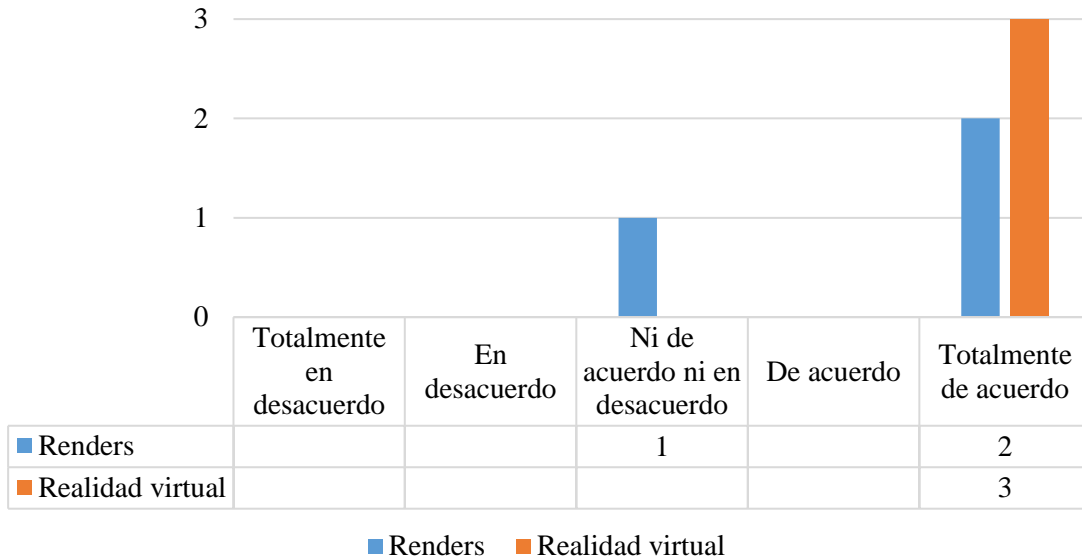
El diseño de la cocina te presenta una buena distribución para realizar actividades de manera cómoda, una o dos personas.



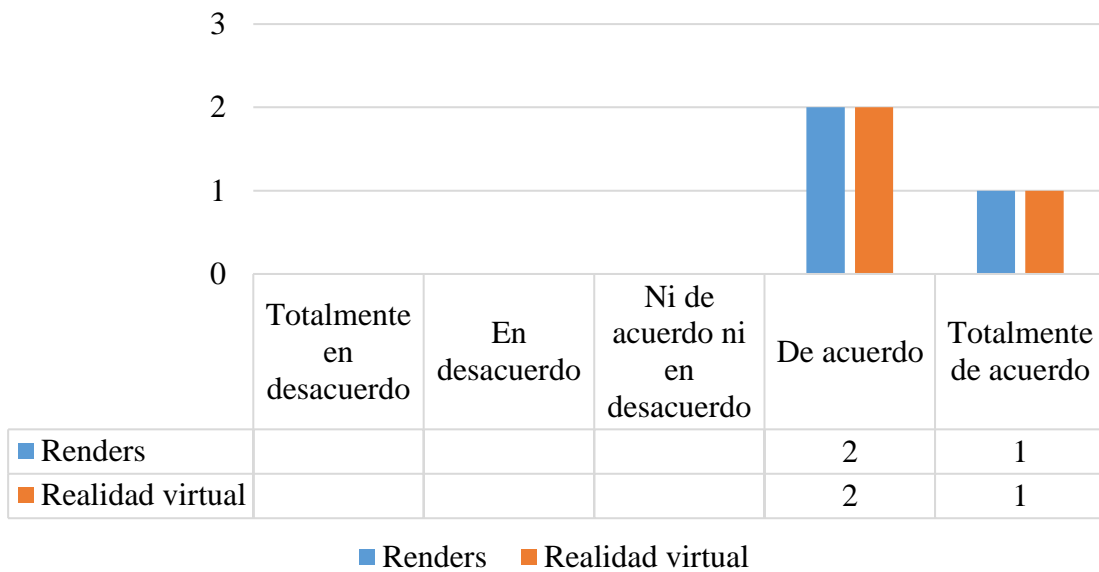
Los gabinetes superiores en la cocina cuentan con una altura adecuada para alcanzar las cosas en el interior.



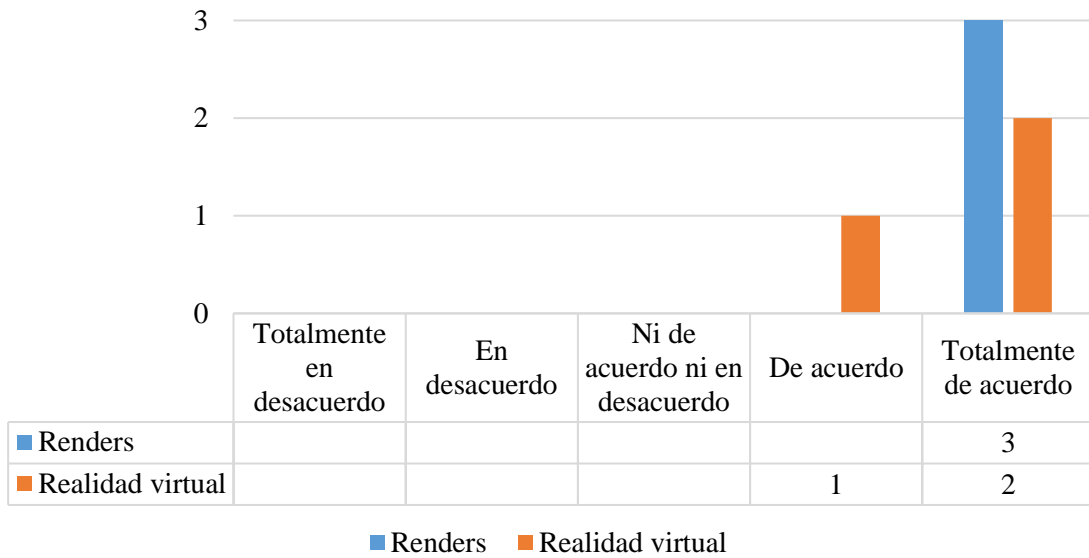
Los gabinetes de la cocina son suficientes para almacenar toda la despensa y trastes que se tienen.



El área de trabajo en la cocina para la preparación de alimentos es suficiente para poder picar, batir, etc.

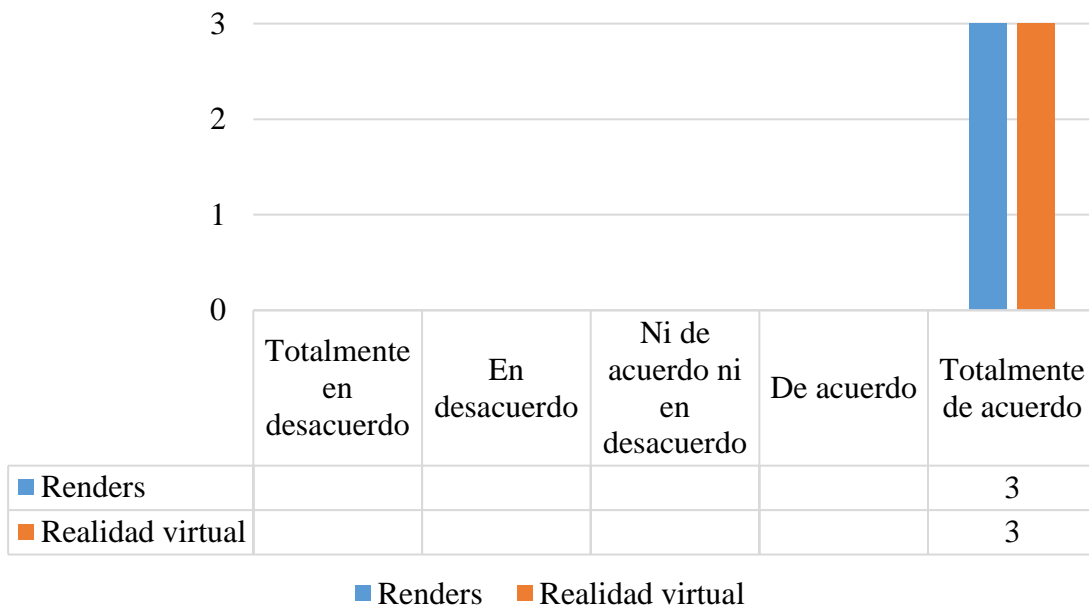


Las lámparas en la cocina permiten visualizar correctamente las áreas de trabajo.

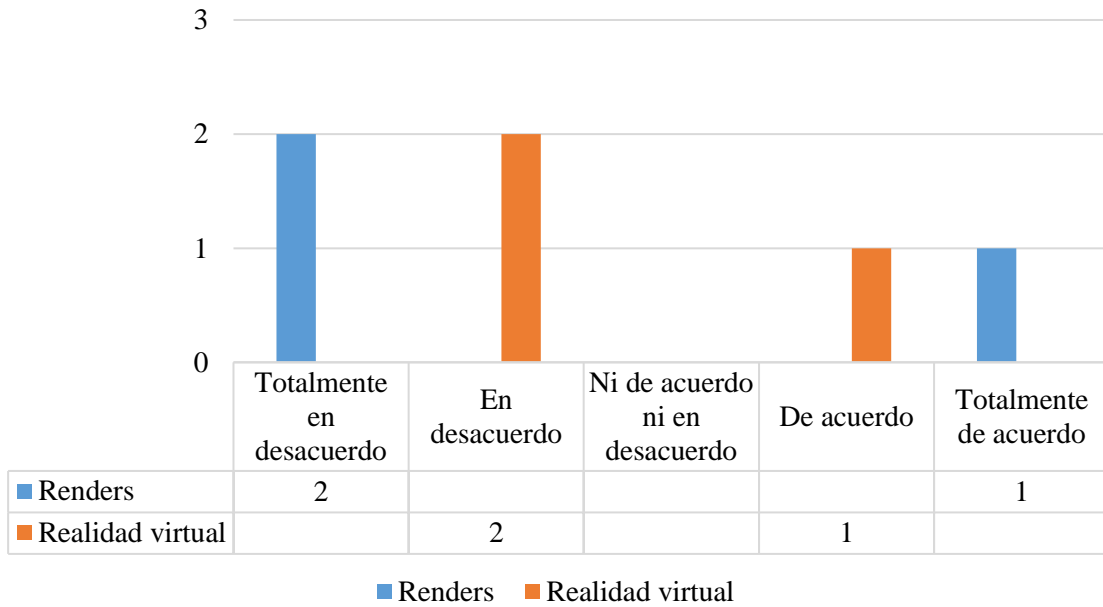


Recámara.

El mobiliario en la recámara se observa cómodo y bien distribuido.

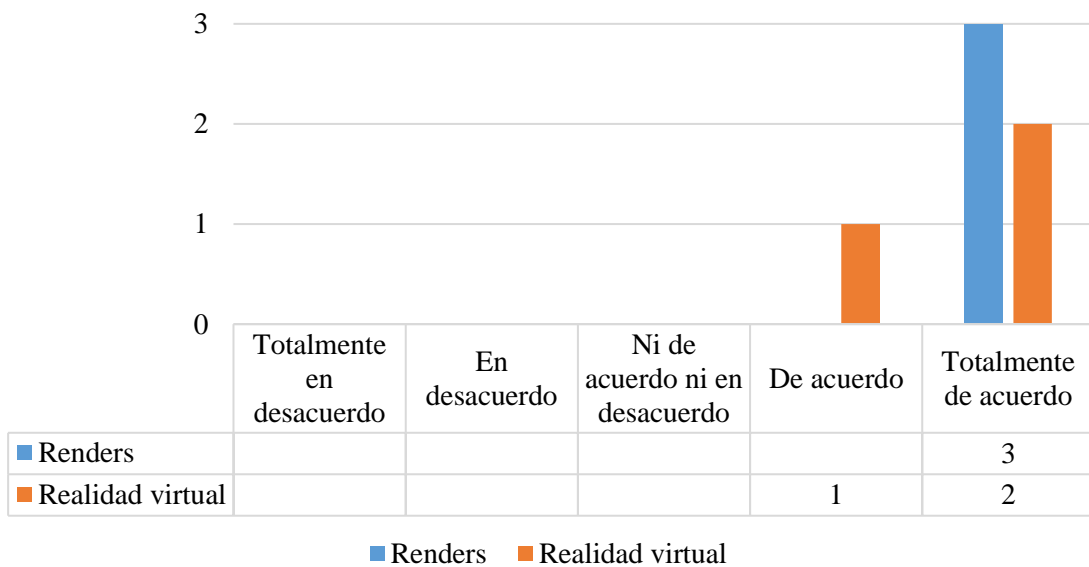


Las áreas de almacenamiento en la recámara son escasas.

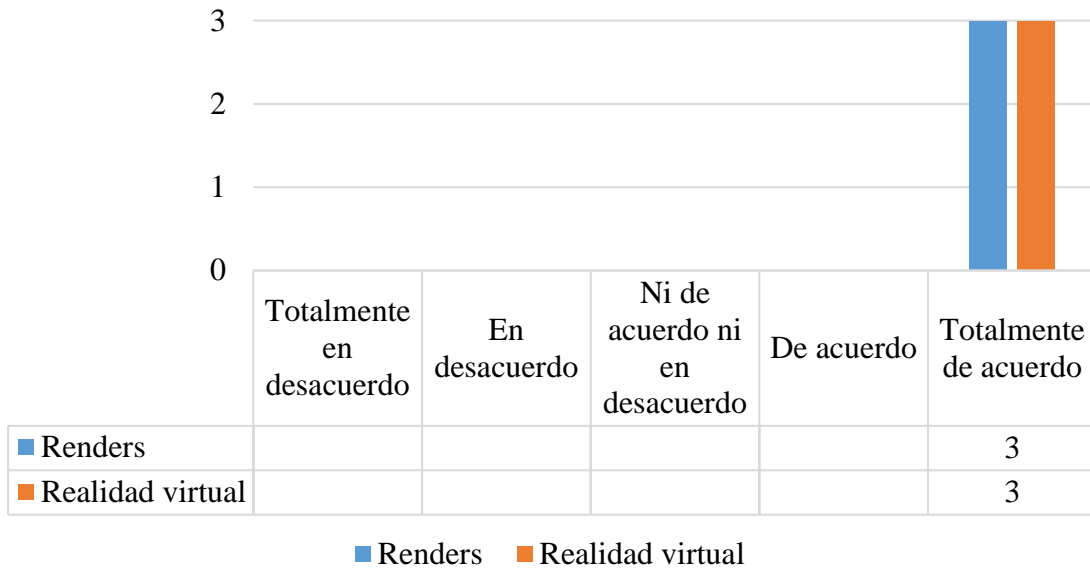


Jardín.

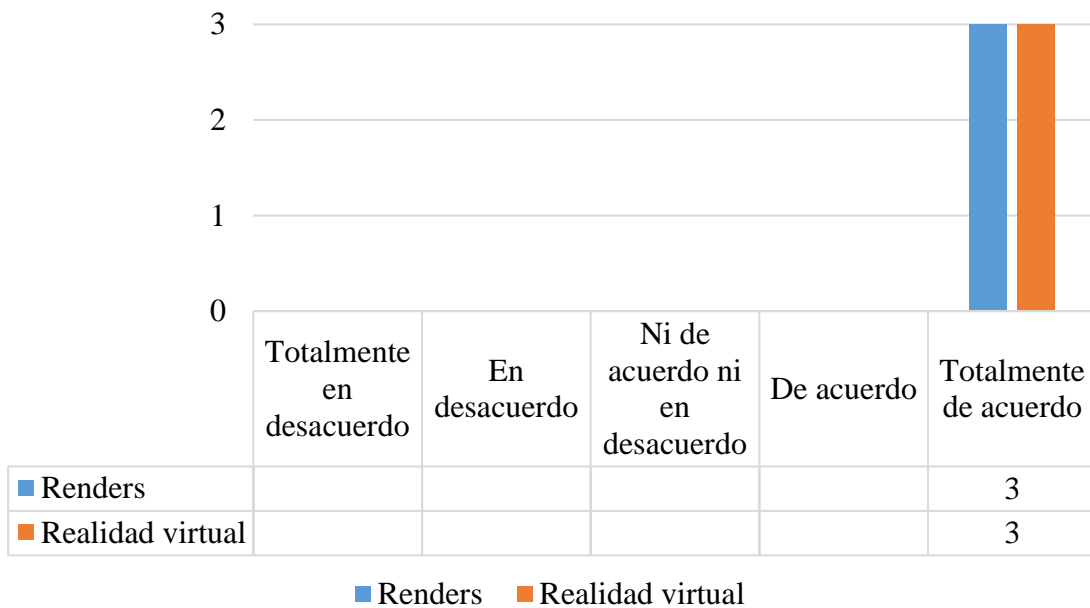
El recibidor en el área de jardín cuenta con una mesa adecuada para trabajar al exterior.



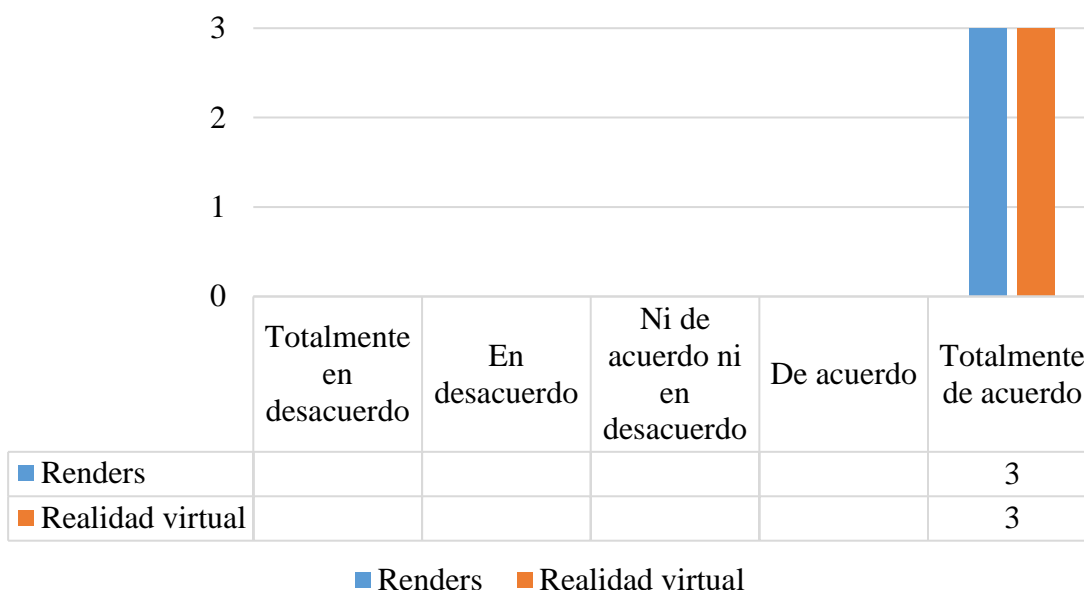
El mobiliario exterior seleccionado se ve cómodo ideal para funcionar como área de relajación.



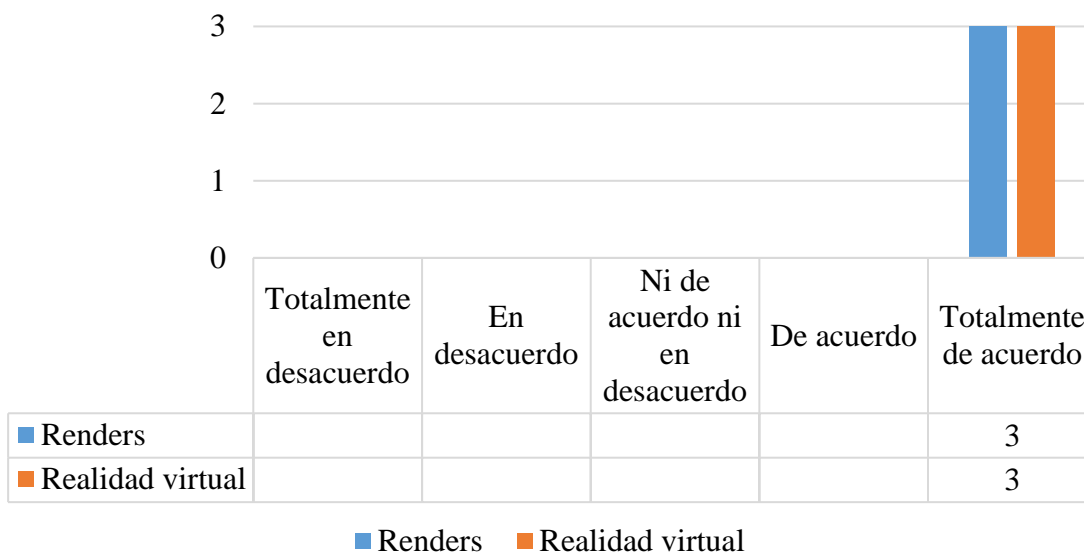
Las camas de cultivo se encuentran bien ubicadas en el patio.



El diseño desarrollado en el patio hace que luzca amplio.

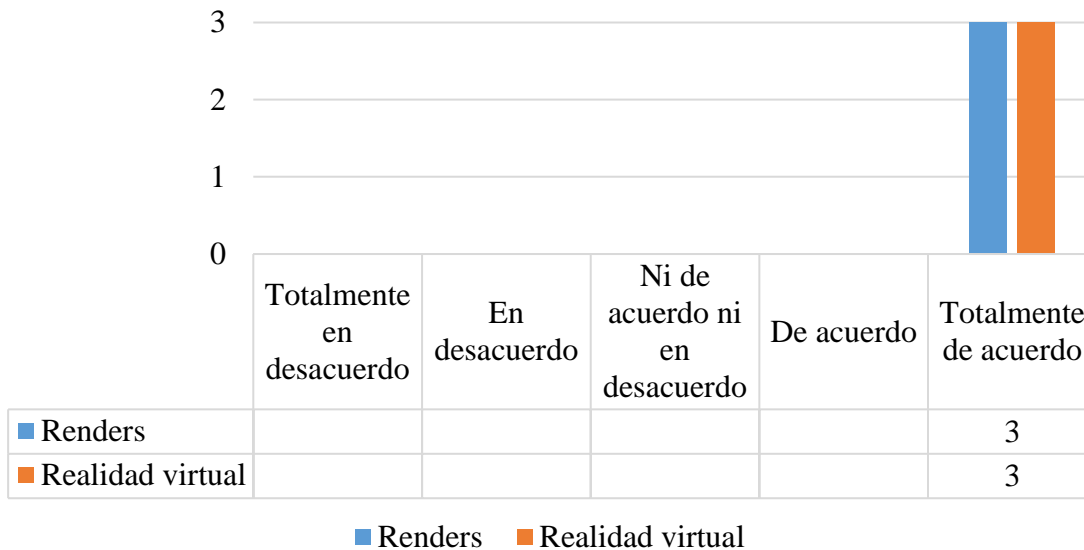


El área de asador permite preparar comida cómodamente afuera.

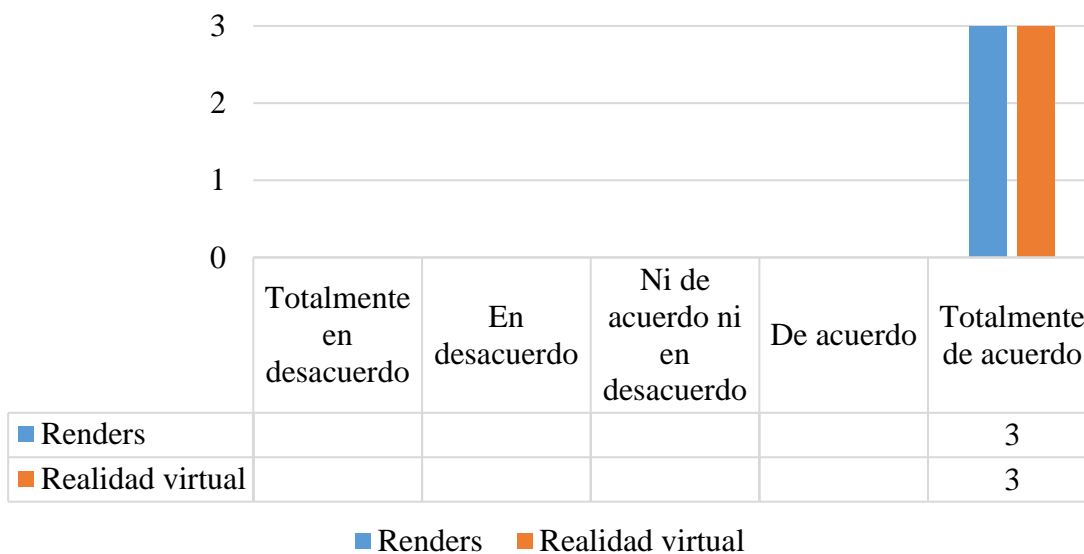


Todas las áreas.

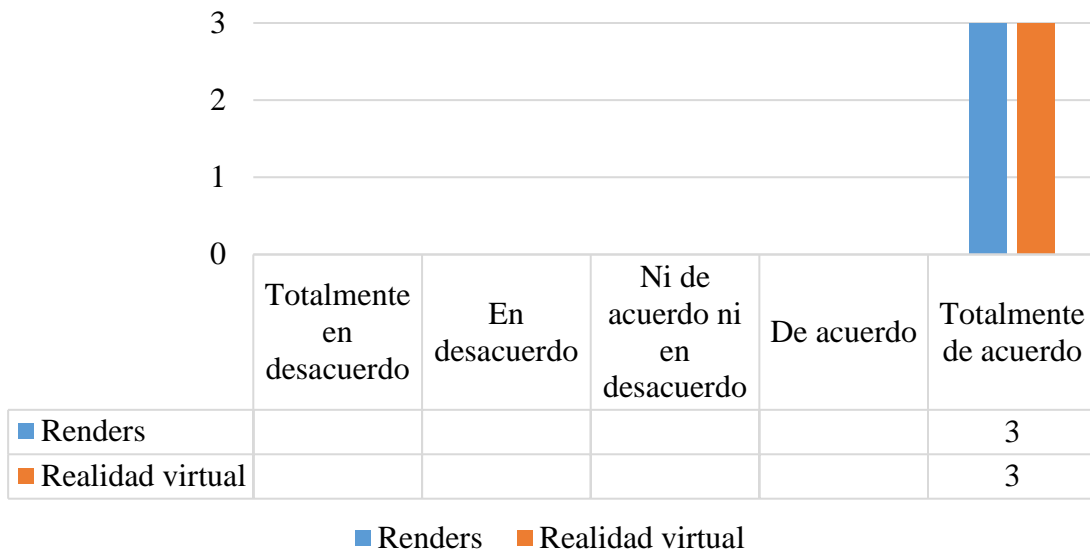
Los espacios de circulación dentro de las áreas presentadas son
amplios.



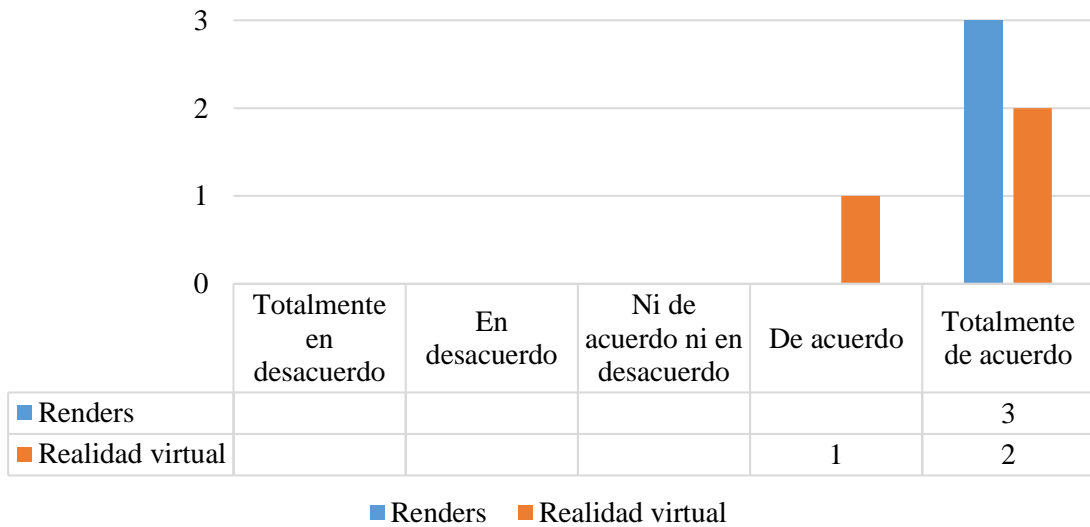
Los lugares presentados logran solucionar tus necesidades dentro de
ellos.



Los espacios presentados tienen un parecido al espacio actual.



La composición de los espacios, mobiliario y elementos decorativos se visualizan de manera clara y permiten una comprensión del diseño arquitectónico.



A continuación, se muestran los comentarios adicionales recibidos por parte de los participantes durante la videollamada por *Zoom*, después de realizar el recorrido con el equipo de realidad virtual:

Participante 1. La experiencia de realidad virtual es un avance increíble en la tecnología, el aplicarlo en cosas tan difíciles como son el visualizar un concepto de diseño de la casa ideal me pareció increíble.

Ha logrado transformar nuestras ideas y persuadirnos de seguir con este diseño ya que todo está hecho a medida y proporcionalmente correcto a el ambiente real.

Me parece una idea revolucionaria especialmente en tiempos como estos de pandemia, donde es tan importante el distanciamiento social, incluso después de esta pandemia le veo muchas más aplicaciones, para gente mudándose de país a país o estado a estado sin habilidad o tiempo de ir en persona a explorar una propiedad. Es un avance increíble en diseño y modelaje, utilizando tecnologías modernas y con fácil acceso a todos por medio de tecnología celular. Estamos muy satisfechos con los resultados.

Participante 2. En general, mi experiencia dentro de la simulación fue muy placentera. En cuanto a la aplicación abre, te encuentras en el punto de entrada de la residencia y los controles son sencillos de usar. El diseño del espacio virtual da a entender muy bien las dimensiones de la vivienda si fuese a ser en persona. Incluso los electrodomésticos están a escala para dar una buena idea de la distribución del espacio y el acomodo ideal para una vivienda de ese tamaño.

En general, pienso que aplicar este tipo de sistema para realizar visitas virtuales a remodelaciones o viviendas sería muy bien recibido por empresas desarrolladoras o constructoras, ya que permiten completa libertad de explorar nuevos diseños mientras se mantiene una percepción correcta del tamaño.

Participante 3. El modelo arquitectónico de realidad virtual ayudó a visualizar la remodelación del interior y exterior de la casa al igual que el diseño de interiores. Es muy difícil visualizar cosas en modelos 2D, así que utilizando este formato de diseño fue extremadamente útil. El programa me pareció inversivo y los espacios realistas.

A su vez, la distancia entre la arquitecta y los clientes, no se presentó como un obstáculo para hacer mejoras al diseño, compartir ideas y finalizar el modelo en realidad virtual, lo cual me pareció innovador especialmente en las actuales condiciones.

Resultados

Los datos obtenidos de las encuestas aplicada nos indica una similitud en la percepción visual del diseño en los espacios con ambos métodos de presentación, con algunas diferencias en la opinión en lo funcional del mobiliario propuesto. En el caso del recibidor, los participantes en ambos casos se logra cumplir la función que se espera desempeñe el espacio como área de lectura, al igual que la capacidad que tiene el mobiliario para permitir actividades de socialización. Esto ocurre de igual manera con la sala, el comedor y la recámara, donde los espacios presentados mostraron una misma información perceptible por el usuario y las opiniones resultan iguales en los dos métodos de presentación.

Por otro lado, en la cocina, la distribución propuesta se percibió de diferente manera en ambos casos, indicando tal vez un cambio en la información que arrojo la vista inicial de los renders, una vez realizado el recorrido se mostró un mayor acuerdo con el diseño propuesto y el espacio de circulación mostrado. La altura de los gabinetes se indicaba adecuada para el alcance del usuario en las vistas de los renders, esta opinión varió un poco al hacer el recorrido, lo mismo ocurre con el espacio de almacenamiento y áreas de trabajo, el cual al inicio mostraba una ligera falta tal vez en el número de mobiliarios propuestos para este espacio. Mientras que, en la simulación la opinión de los participantes mencionó que eran suficientes los espacios.

La evaluación de las luminarias colocadas dentro del diseño no muestra cambios en las opiniones obtenidas en ambas aplicaciones, por lo que se puede entender que ambas plataformas de trabajo permiten una correcta presentación de la luz dentro del espacio.

En el área de jardín existe una similitud de opiniones en cuanto al mobiliario exterior y distribución de las zonas, sin embargo, en cuanto a la funcionalidad del mobiliario propuesto en el área de recepción en el recorrido se modificó la opinión que se tenía anteriormente por parte de uno de los participantes.

En lo referente a las áreas de circulación dentro del diseño, no se encuentra alguna disparidad entre ambas presentaciones, lo cual nos indica que la forma de percibir estos espacios de transición no se altera al ser presentado en diferentes modalidades, a diferencia de la funcionalidad en los espacios. De igual manera, logra persuadir de dudas al usuario en

cuanto a si el espacio que se le está mostrando logrará realmente cubrir todas sus necesidades y ambos métodos de presentación permiten mostrar un diseño arquitectónico cercano a lo que se observa en la realidad de los espacios.

La composición de los espacios, la visualización del mobiliario y elemento decorativos en ambos casos tiende a cambiar, en este caso restándole al recorrido realizado de manera virtual la calidad en la que se presenta y comprende el espacio arquitectónico diseñado, a pesar de su fácil manejo y mostrar imágenes de mayor amplitud.

CAPITULO IV.

CONCLUSIONES

A lo largo de esta investigación se muestra a la arquitectura como un lugar existente dentro de un plano imaginario que inicialmente se encuentra dentro de un proceso creativo y se desarrolla dentro de un proceso de diseño, el cual puede basarse en diferentes métodos (manual o virtual), que nos llevan a un tipo de presentación más exacta mediante productos que nos muestran estos espacios de una manera más visible para el ojo humano (Figura 53. Elementos gráficos para evaluar arquitectura).

La selección de la plataforma grafica que se utiliza según sea el caso dependerá del diseñador y del equipo con el que se cuente, así como el nivel de detalle con el que se desean sean visualizados los modelos para transmitir correctamente la información.

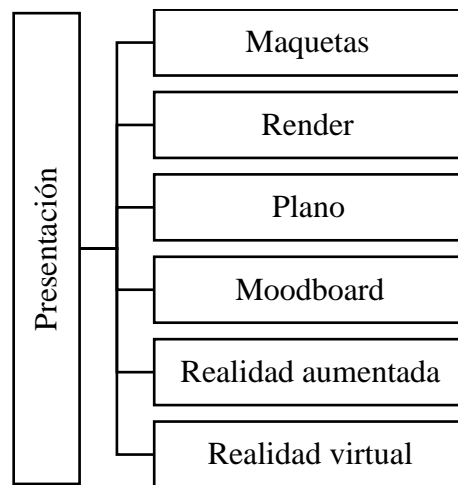


Figura 53. Elementos gráficos para evaluar arquitectura. Encerrado, 2020.

Las características de composición en una imagen estática como el render pueden cambiar dependiendo el dispositivo en el que se esté visualizando, el cómo se ven representados los colores pueden variar de un método a otro, esto puede depender de la resolución de cada dispositivo en el que se esté observando, así como de la calidad y el papel utilizado para la impresión, lo cual puede crear un conflicto cuando el tono plasmado no

resulta ser el visualizado en el diseño. Además de los detalles que pudieran perderse por la distancia existente con el posicionamiento de la cámara, lo cual podría sugerir compensar su entendimiento con imágenes extras que den una idea más acertada del elemento en la imagen.

La realidad virtual como una herramienta en la presentación de modelos arquitectónicos pretende una evaluación de manera experiencial, a través de la inmersión del usuario mediante equipos que permiten llevar a cabo la simulación, además de sumar variables de sonido, visión, movimiento e interacción, las cuales permiten una mejor absorción por parte del usuario de la información que se está presentando. Villafane⁹⁴, nos menciona la permanencia de una experiencia visual sobre una estimulación visual obtenida de una imagen, la cual puede ser de la presentación de un proyecto arquitectónico mediante renders, planos, *moodboards* y otros elementos que nos muestran una imagen plana, que logra causar un estímulo visual en la persona pero únicamente logrando su almacenamiento en la memoria icónica transitoria, a diferencia de una experiencia que ocurre por ciertos periodos de tiempo y que envuelven más variables además de la sensación visual, pueden permanecer en la memoria a corto plazo e incluso ser transferidas a la memoria de largo plazo.

Por lo tanto, se estudia el proyecto arquitectónico dentro del proceso de diseño durante su estancia en la etapa de representación y presentación virtual: en un primer apartado, se habla del instrumento implementado para su representación de manera virtual, entendiendo así las ventajas y desventajas que pudiera tener su uso, y en una segunda instancia, se habla de la experiencia del diseñador y de los participantes con respecto al manejo de este tipo de tecnología, así como de la percepción obtenida de ello.

Parte 1

De acuerdo con Hidalgo⁹⁵ el proceso de representación consiste en la proyección de una idea o pensamiento, que se busca expresar de manera gráfica, ya sea en un formato manual o virtual la cual es apoyada por el uso de diversos instrumentos. A lo largo de esta

⁹⁴ Villafane, *Introducción a La Teoría de La Imagen*.

⁹⁵ Hidalgo Prieto, "En Torno a La Imagen: Representación, Presentación y Simulación."

investigación se manipularon diferentes programas de diseño para la representación de la propuesta, se decidió trabajar un programa con el que me encontrara familiarizada en la creación de entornos arquitectónicos, que me permitiera la oportunidad de incluir diferentes acabados en los materiales, y a su vez fuera compatibles los formatos de exportación para su importación en *Unity*, donde se trabajaría la creación del recorrido virtual. Sin embargo, existen una gran cantidad de programas que permiten representar un modelo para dar una idea visual a la persona de lo que se desea representar, en cuyo caso la diferencia se encuentra en el proceso de creación y del nivel de detalle que se quiere tener al momento de presentar.

El uso del complemento de *Unity Reflect*, representa una gran ventaja para la presentación de proyectos arquitectónicos *BIM* (Figura 54. El uso de *Unity Reflect* en proyectos *BIM*) con el uso de equipo de realidad virtual, ya que en experiencias personales pasadas con el manejo de *Unity* para desarrollar una aplicación de realidad aumentada, la modelación requería del uso de dos *softwares* esto debido a que si se realizaba la volumetría en *SketchUp*, la visualización de la maqueta virtual en realidad aumentada mostraba errores de ejecución, como la desaparición de algunos muros y elementos espaciales, por lo que se tomó la decisión del uso de *AutoCAD 3D* para el modelado de volumetría y posteriormente migrar el modelo a *SketchUp* y aplicar los materiales.

Por último, se importa el programa en un formato *fbx.*, para su uso en *Unity*, donde se realiza de nuevo una aplicación de algunos materiales, al optar por una apariencia más realista en la presentación.

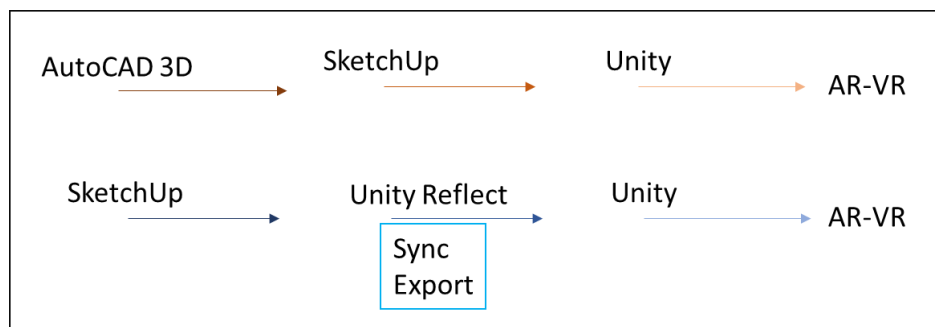


Figura 54. El uso de *Unity Reflect* en proyectos *BIM*. Encerrado, 2020.

Con el uso de este nuevo complemento se puede exportar el modelo con todas sus características a *Unity* e incluso sincronizar el modelo en ambas plataformas lo cual disminuye el trabajo, ya que presenta la posibilidad de realizar cambios en el modelo dentro del *softwares* que resulte más fácil de maniobrar para el arquitecto o diseñador, los cuales se ven reflejados a su vez dentro de la otra plataforma de trabajo y permite realizar modificaciones y ajustes de una manera más vertiginosa.

En cuanto a, su accesibilidad en el mercado el uso de la realidad virtual la presentación de proyectos arquitectónicos simboliza una gran inversión para el desarrollador, tanto en programas como en el equipo que se requiere. Se debe contar con características específicas para su compatibilidad de uso y un soporte para todas las tareas que se buscan desempeñar.

En el caso de los ordenadores, se debe adquirir una computadora de gama alta debido a sus características de uso y sus componentes requieren de un alto rendimiento, estas cuentan con una tarjeta gráfica dedicada como NVIDIA 1080 o AMD RX 580, un disco duro de 1TB o superior, un procesador Intel Core i5 o superior, un disco duro 1TB o superior, entre otras especificaciones.

Lo anterior, hace que su precio se incremente por encima del costo de una computadora normal. Lo mismo ocurre con el equipo para el desarrollo de aplicaciones que permitan realizar un recorrido en realidad virtual, empresas como *Oculus* se pueden sincronizar a *Unity* para una fácil exportación del proyecto, a diferencia de cuando se quiere exportar a una plataforma como Android o iOS.

El alcance que se tiene a la plataforma de *Unity* para empezar a trabajar modelos depende de las necesidades que se desean abarcar, ya que su uso para desarrolladores que sean estudiantes o profesionistas que quieran utilizarlo de manera personal, tienen la posibilidad de registrar una cuenta gratuita, privada de ciertos elementos a diferencia de las cuentas de negocios, que tienen un precio establecido para su adquisición y contienen más herramientas que faciliten el desarrollo de aplicaciones o videojuegos.

También se requiere, una actualización de conocimiento constante y variado en el manejo de la plataforma, ya que al igual que otros programas de diseño se han ido creando nuevos o modificando los ya existentes, actualizando su manera de operar o con la adquisición de

nuevos elementos, que pretenden facilitar procesos en la creación de un diseño. Debido al crecimiento acelerado que tiene este tipo de tecnología, el profesionalista debe permanecer en una posición de estudiante dispuesto a aprender nuevos *softwares* que harán crecer sus habilidades como diseñador u arquitecto, que lo hagan una persona competente dentro del mercado laboral. Un ejemplo de la evolución acelerada de este tipo de tecnologías es el caso Oculus Go, el cual se encuentra actualmente descontinuado por parte de los creadores, ya que se han enfocado en los nuevos productos que pretenden mejorar la experiencia virtual del usuario.

La velocidad con la que se va desarrollando este tipo de tecnología, su rápido crecimiento, hace que se descontinúen modelos iniciales, los programas cambien y exijan la renovación de equipos, lo cual puede ocasionar que sean de un elevado mantenimiento.

Parte 2

Las disciplinas proyectuales se encuentran en una constante búsqueda por mostrar escenarios que apunten a un realismo en la presentación de proyectos arquitectónicos, que les permitan plasmar una idea que sea lo más cercano posible a la realidad, para lograr así transmitir el diseño con una mayor similitud al espacio existente donde se desea realizar el proyecto, la representación, nos permite dar fe de la existencia de la arquitectura como un lugar, algo virtual e intangible dentro de un proceso de diseño, dentro del cual el modelo puede ser maniobrado y modificado sin restricciones existentes en un entorno material.

La búsqueda por plasmar un espacio de manera virtual requiere de un mayor entendimiento de lo que se busca transmitir, ya que se habla de una interacción digital que se desarrolla como una experiencia, capaz de incidir en los sentidos a una mayor escala y de producir sensaciones en la persona de lo que se está visualizando.

El desarrollo de un proyecto en realidad virtual exige al diseñador un enfoque más profundo en el proceso de diseño, ya que a diferencia de lo que sería una presentación utilizando imágenes estáticas (renders) que se enfocan en el efecto que existe entre luces y sombras sobre los materiales, la realidad virtual más allá a la unificación de un lugar como una experiencia que aporte una simulación real de un entorno imaginario. Lo que podría

significar un desafío mayor para el diseñador, al sumar elementos de interacción a la escena y el tener que integrar una presencia móvil dentro del espacio, forzándolo a poner una mayor atención en la distribución y la logística, para asegurar una funcionalidad basada en el factor social y cultural que componen el lugar.

Morelli⁹⁶ nos menciona como el uso del modelado 3D nos permite una mejor visualización en cuanto a formas y espacio, por lo que los métodos de presentación elegidos para esta investigación no solo logran facilitar el plasmar una idea, sino que también permiten una mayor comprensión del diseño, existe una gran similitud en la transmisión de información que se tiene de ambos métodos, la calidad de la imagen a nivel foto realismo capaz de enamorar por su valor estético al usuario, se puede conseguir con un render, sin embargo en cuanto a la comprensión espacial el uso de la realidad virtual nos ayuda a brindar un mejor panorama a los usuarios. Esto debido a que no fragmenta la visión de los espacios de forma individual, sino que da continuidad mediante un recorrido que permite una comprensión clara del diseño.

Al momento de encontrarse en la presentación, por lo general el diseñador tiende a llevar un orden que ayude a mostrar el diseño de una manera coherente para crear la imagen completa de todo el espacio, en algunos casos es necesario clarificar desde que lado se observa el espacio en el render con frases como “en esta imagen nos encontramos viendo la sala como si estuviéramos en el comedor”, buscando siempre el entendimiento general del usuario acerca de toda la idea en conjunto.

El uso de la realidad virtual como una herramienta de presentación en la evaluación de arquitectura, resulta ser efectiva sobre todo para brindar un panorama más amplio de la comprensión espacial del proyecto tanto para el cliente como al diseñador, durante la investigación se pudo observar como el uso de la plataforma *Unity* requiere de una mayor comprensión del usuario, al tener que colocar un jugador que interactúe de una manera orgánica con el espacio en el que se coloca, obligando al diseñador a pensar en la persona dentro del lugar antes de que exista este espacio.

⁹⁶ Rubén Darío, “Prototipos Rápidos Y Reflexión Crítica Como Herramientas Para Enseñar El Diseño CAD 3D-2D.”

A través de esta investigación se presenta este tipo de tecnología como una herramienta dentro del proceso de diseño que permite al diseñador reflexionar sobre los elementos que se colocan en cada escena, así como los parámetros que harán posibles que la presentación de este sea una experiencia para el usuario. Debido a que el recorrido le brinda a este la oportunidad de desplazarse por el espacio sin asistencia del diseñador, lo cual le permitió crear su propia experiencia dentro del espacio interpretado. Cada recorrido realizado y parámetros observados durante la investigación permiten al creador del modelo, visualizar aspectos de la interacción que se tiene en el lugar proyectado, así como elementos con los que la persona logra crear un grado de afección que lo hace familiarizarse de una manera más orgánica con el modelo.

Al ser utilizado como una herramienta en la evaluación de proyectos arquitectónicos se puede decir que ayuda a disipar dudas que tal vez pudieran existir en la persona al momento de decidir la ejecución del proyecto, ya que permite crear una sensación de presencia dentro del lugar y de familiaridad con el inmueble existente, de igual manera considero que esto también pudiera beneficiar en mayor escala a personas que planean invertir en la construcción de su vivienda o empresa desde cero.

El estudio de la percepción realizado en esta investigación, nos muestra una similitud en la información que se transfiere de ambos métodos de presentación y la comprensión que tiene la persona del espacio, este proceso de percepción como lo menciona Villasmil⁹⁷ es selectivo e interpretativo, durante la presentación de la propuesta se mostraron imágenes en conjunto, sin embargo la aplicación del instrumento nos ayudó a filtrar esa información y enfocarla al estudio de una percepción funcional dentro de los espacios, que aunque es algo subjetivo por la interpretación que pudiera tener cada participante acerca de la función que requiere desempeñar cada espacio, nos indica la responsabilidad que recae en el diseñador durante el proceso de diseño.

⁹⁷ Fuenmayor and Villasmil, "La Percepción, La Atención y La Memoria Como Procesos Cognitivos Utilizados Para La Comprensión Textual."

En el caso de la arquitectura y el diseño de interiores la presentación de un proyecto simboliza un gran nivel de detalle en la imagen gráfica que se desea mostrar, ya que se considera que de la visión parte el interés del cliente para la ejecución de la propuesta, define tus habilidades como diseñador, marca la continuidad que tendrá el proyecto, incluso puede llegar a significar tu carta de presentación dentro del mercado laboral, por lo que resulta de gran importancia la manera en la que presentamos nuestros diseños.

Debido a esto se recomienda el mantener un continuo interés por buscar adquirir nuevos conocimientos de las técnicas de representación y presentación que se van desarrollando, sobre todo por la velocidad con la que se desarrolla nuevos instrumentos en el ámbito tecnológico. Los cuales han permitido una mayor inclusión al estudio de diversas disciplinas proyectuales a personas que no tienen una habilidad de dibujo muy desarrollada o que se les dificulta la comprensión de geometría de los espacios.

El uso de realidad virtual en ámbitos de disciplinas proyectuales a nivel académico y profesional abre una línea de oportunidad para una mayor comprensión de la responsabilidad social, cultural y ambiental que se tiene, ya que cada proyecto que se plantea para realizar impacta de diversas maneras al entorno donde se ubica a diferentes escalas, además abre la puerta a un mercado más versátil en cuanto a la presentación de proyectos, donde su entendimiento no dependa en gran parte del diseñador, sino que el poder experimentar el entorno aumente su comprensión sobre la composición del espacio y las posibilidades que se pudieran tener dentro de este, así como facilitar el desarrollo de proyectos a distancia con una mayor probabilidad de éxito, tal es el caso de la investigación desarrollada que gracias a la accesibilidad que se tenía a este tipo de tecnología por parte de los usuarios se pudo llevar a cabo la actividad de una manera segura a pesar de las condiciones existentes por la pandemia del COVID-19.

Considero que el uso de este tipo de tecnología puede dar pie a investigaciones relacionadas con los apegos o sensaciones emocionales que desarrollan las personas con los objetos, así como las asociaciones que se tienen entre los lugares que vivimos y los lugares que se visualizan virtualmente. De igual manera, el avance que se plantea para un futuro con la adición de una capacidad táctil que pudieran tener los equipos de realidad virtual, extiende de una mayor manera el panorama para las disciplinas proyectuales, estas nuevas

adaptaciones podrían sumar una gran información en la presentación de materiales con texturas, en muros, mobiliario, etc., aportando mayor realismo e información al usuario. Este tipo de investigaciones en profesiones como la arquitectura y el diseño de interiores que se encuentran situadas en un contexto social, nos permiten poder ubicar cualquier proyecto a una escala humana y ser conscientes del impacto que se tiene con los entornos que se van desarrollando.

Dentro de un plano imaginario todo se vuelve utópico sobre el espacio, esto se transforma conforme el hombre va desarrollando su materialización, sin embargo, su constructo físico no tendría que estar muy alejado de lo mentalmente acordado en la presentación del diseño, se podrían sumar usos que el hombre puede ir integrando creativamente, sin poner en duda su funcionalidad y plantear una reconstrucción de este.

El diseño presentado que implementa el uso de realidad virtual logro tener un mayor impacto en los participantes, a pesar de la similitud en las respuestas obtenidas de las encuestas, logro profundizar en mayor escala sobre la percepción espacial, ya que los participantes logran expresarse del lugar de manera vivencial, lo cual les da más certeza para la realización del diseño.

Las observaciones realizadas por parte de los habitantes de la vivienda muestran un mayor entendimiento en cuanto a las dimensiones, composición y secuencia del espacio una vez realizado el recorrido, lo cual para el arquitecto o diseñador puede sugerir el uso de la realidad virtual como una herramienta de trabajo en la presentación de diseños, posicionando el detalle estético en un segundo plano y colocando la funcionalidad como una característica indispensable en la creación de espacios arquitectónicos.

Para el diseñador, el proceso de representación se vuelve un trabajo consiente de la relación entre persona y espacio, entendiendo esto como un lugar compuesto por algo más que formas, materiales y colores, sino también por variables de audio y movimiento que interactúan con el usuario a través de sus sentidos, que repercuten en su constructo perceptivo. Considero que de igual manera logra humanizar los espacios y no busca idealizarlos dentro de una utopía que solo existe en el proceso de diseño, debido a que al momento de su materialización el ser humano empieza a crear experiencias dentro del espacio sin considerar lo planteado formalmente en una etapa inicial por el profesionista.

BIBLIOGRAFÍA

- Arizona, The University of. “College of Architecture, Planning and Landscape Achitecture,” 2019. <https://capla.arizona.edu/>.
- Autodesk. “Revit®,” 2020. <https://www.autodesk.mx/products/revit/overview>.
- Batán, Bernal D. Eduardo. “Universidad de Murcia.” *Publicaciones, OS De*, 2005. <http://nadir.uc3m.es/alejandro/phd/thesisFinal.pdf%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Universidad+de+murcia#0>.
- Beckman, John. *The Virtual Dimension*. New York: Princeton Architectural press, n.d.
- Bree, Paco. “¿Qué Es La Tecnología Háptica?,” n.d. <https://innovadores.larazon.es/es/que-es-la-tecnologia-haptica/>.
- Carrillo, Paul. “Sistemas de Memoria: Reseña Histórica, Clasificación y Conceptos Actuales. Segunda Parte: Sistemas de Memoria de Largo Plazo: Memoria Episódica, Sistemas de Memoria No Declarativa y Memoria de Trabajo.” *Salud Mental* 33, no. 2 (2010): 197–205. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252010000200010.
- Cetto, Giovanni. “CORONAVIRUS Y REALIDAD VIRTUAL: EL TELETRABAJO PARA AYUDAR A LAS EMPRESAS.” *Two Reality*, n.d. <https://www.tworeality.com/coronavirus-realidad-virtual/>.
- Chateau, Barría, García Alvarado, Lagos Vergara, Parra Márquez, Juan Carlos, and Universidad Bío-bío. “Evaluación de La Percepción Espacial En Ambientes Virtuales.” *Proyecto DIPRODE 990801-3*. Concepción, Chile, 1999.
- Coles, John, and Naomi House. *Fundamentos de Arquitectura de Interiores*. Barcelona: Promopress, 2008.
- Díaz-Bravo, Laura, Uri Torruco-García, Mildred Martínez-Hernández, and Margarita Varela-Ruiz. “La Entrevista, Recurso Flexible y Dinámico-The Interview, a Flexible and Dynamic Resource.” *Investigación En Educación Médica* 2, no. 7 (2013): 162–67.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci_arttext.

Duque, Ana Montilla. “Aplicaciones de Realidad Virtual Arquitectura: Más Que Una Experiencia.” *Revista digital INESEM*, 2017. <https://revistadigital.inesem.es/disenoy-artes-graficas/realidad-virtual-arquitectura/>.

Ellard, Collin. *Psicogeografía. La Influencia de Los Lugares En La Mente y El Corazón*. Barcelona: ARIEL, 2016.

Escobar, Jazmine, and Ivonne Bonilla Jimenez. “Grupos Focales : Una Guía Conceptual Y Metodológica.” *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología* 9, no. 1 (2009): 51–67.

Estévez, Alberto T., Jordi Truco, Sylvia Felipe, Ignasi Pérez Arnal, Mike Weinstock, Achim Menges, Evan Douglass, Karl Chu, and Francois Roche. *Arquitecturas Genéticas II*. Barcelona: ESARQ/SITES Books, 2005.

F.D. Juroszek. *Dibujo y Proyecto*. Barcelona: Gustavo Gill, S.L., 2012.

Fabila Echaury, Angélica María, Hiroe Minami, and Manuel Jesús Izquierdo Sandoval. “La Escala de Likert En La Evaluación Docente : Acercamiento a Sus Características y Principios Metodológicos.” *Textos y Contextos*, 2013, 31–40.

Flachbart, Georg, and Peter Weibel. *Disappearing Architecture. From Real to Virtual to Quantum*. Edited by Birkhäuser. Basel, Switzerland: Birkhauser, 2005.

Franco, José Tomas. “¿Qué Es BIM y Por Qué Parece Ser Fundamental En El Diseño Arquitectónico Actual?” *ArchiDaily*, February 2018. <https://www.archdaily.mx/mx/887546/que-es-bim-y-por-que-es-fundamental-en-el-disenoy-arquitectonico-actual>.

Fuenmayor, Gloria, and Yeriling Villasmil. “La Percepción, La Atención y La Memoria Como Procesos Cognitivos Utilizados Para La Comprensión Textual.” *Revista de Artes y Humanidades UNICA*. Maracaibo, Venezuela, 2008.

Gallagher, James. “Afantasia, o Cómo Es Una Vida Sin Imágenes Mentales.” *BBC*, 2020. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/08/150826_salud_afantasia_condicion_vis

research.net/fqs/.

Lachat Leal, Christina. “Percepción Visual y Traducción Audiovisual: La Mirada Dirigida.” *MonTI. Monografías de Traducción e Interpretación* 4, no. 4 (2012): 87–102. <https://doi.org/10.6035/monti.2012.4.4>.

Lasso, Sara. “Pinturas Rupestres: Definición, Materiales y Técnicas,” 2019. <https://www.aboutespanol.com/pintura-rupestre-definicion-materiales-y-tecnicas-180060>.

LEED. “LEED Green Building Certification USGBC,” 2019. <https://new.usgbc.org/leed>.

Lévy, Pierre. *¿Qué Es Lo Virtual?* Edited by SAICF Paidós. Paidós Ibé. Buenos Aires, 1999.

López Barrio, Isabel, and José Domingo Guillén Rodríguez. “Calidad Acústica Urbana: Influencia de Las Interacciones Audiovisuales En La Valoración Del Ambiente Sonoro Urban Sound Quality: Influence of Audio-Visual Interactions on Sound Environment Assessment.” *Medio Ambient. Comport. Hum* 6, no. 1 (2005): 101–17. [http://sonsdevilalba.abrahamfelpeto.es/paginas/documentacion/documentos/Calidad acustica urbana.pdf](http://sonsdevilalba.abrahamfelpeto.es/paginas/documentacion/documentos/Calidad%20acustica%20urbana.pdf).

Maldonado, José Gutierrez. *Aplicaciones de La Realidad Virtual En Psicología Clínica y de La Salud*, 2014. https://www.youtube.com/watch?v=u13eO_ZvVoM.

Mañana Borrazás, Patricia. “Arquitectura Como Percepción.” *Arqueología de La Arquitectura*, no. 2 (2003): 177–83. <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2003.44>.

Muntañola Thornberg, Josep. *La Arquitectura Como Lugar*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1974.

Navigation, Trimble. “SketchUp,” 2000. <https://www.sketchup.com/es>.

Oculus. “Oculus Go,” 2020. https://www.oculus.com/go/?locale=es_ES.

———. “Oculus Rift S,” 2020. <https://www.oculus.com/rift-s/>.

OMS. “Preguntas y Respuestas Sobre La Enfermedad Por Coronavirus (COVID-19),” 2019. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>.

- Pais, El. *Más Allá de La Videollamada: Ver, Oír... y Tocar*, n.d. <https://www.youtube.com/watch?v=MT6BBmSmXZQ&feature=youtu.be>.
- Plunkett, Drew. *Diseño de Interiores, Tecnicas de Ilustracion*. Gran Bretaña: Parramon. Arquitectura y Diseño, 2009.
- Quiroga, Elsa Adriana Cardenas, Luz Yolanda Morales Martín, and Andrés Ussa Caycedo. “La Estereoscopia, Métodos y Aplicaciones En Diferentes Áreas Del Conocimiento.” *Revista Científica General José María Córdova*. Bogotá, Colombia, 2015. <http://www.scielo.org.co/pdf/recig/v13n16/v13n16a10.pdf>.
- Ramas, C. G. Y. P., & TÉCNICO, C. D. D. “Dibujo Tecnico.” In *Dibujo Técnico*, 42. La Habana: Editorial pueblo y educación, 1992.
- Rojas Lazo, Oswaldo, and Luis Rojas Rojas. “Diseño Asistido Por Computador.” *Industrial Data* 9 (2006): 7–15.
- Rubén Darío, Morelli. “Prototipos Rapidos Y Reflexion Critica Como Herramientas Para Enseñar El Diseño Cad 3D-2D.” *Graphica '09*. Argentina, 2009.
- Sánchez, J.M. “Así Es Cómo La Realidad Virtual Puede Resurgir Gracias Al Coronavirus.” ABC, n.d. https://www.abc.es/tecnologia/informatica/soluciones/abci-como-realidad-virtual-puede-resurgir-gracias-coronavirus-202003300221_noticia.html.
- Sánchez Olaya, Hessman Darío. “El Aprendizaje de La Percepción Del Espacio Arquitectónico.” Universidad Nacional de Colombia, 2017.
- “SunPro Solar,” 2020. https://www.gosunpro.com/location/texas/el-paso-solar/?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=gmb.
- Susta, Carolina, and Alejandra Macchi. “LAS PLATAFORMAS DIGITALES Y LOS MODELADORES 3D EN LAS DISCIPLINAS PROYECTUALES . MODELO VIVIENDA EN RED.” In *IV JORNADAS DE INVESTIGADORXS, GRUPOS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN*, edited by Facultad de Humanidades, 279–95. Universidad Nacional de Mar del Plat, 2018.
- Taibo, Javier, Alberto Jaspe, Luis A. Hernandez Ibañez, and Antonio Seoane. “La Percepción

- Del Espacio En La Visualización de Arquitectura Mediante Realidad Virtual Inmersiva.” *EGA Revista de Expression Grafica Arquitectonica* 16(18), 2012.
- Tonon, Graciela, Sara Alvarado, Patricia Lucero, Patricia Botero, María Tera Luna, and Fernando Fabris. *La Entrevista Semiestructurada Como Técnica de Investigación. Reflexiones Latinoamericanas Sobre Investigación Cualitativa*. Universida. Argentina, 2013.
- UACJ. “Licenciatura En Arquitectura- Plan de Estudios,” 2019. http://www.uacj.mx/oferta/IADA_LA.html.
- Unity. *Real-Time Design: 3ds Max to Unity*, 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=9hAZ2ovh6fo>.
- . “Unity,” 2020. <https://unity.com/es>.
- . “Unity Reflect. AEC. Arquitectura, Ingeniería y Construcción,” 2019. <https://unity.com/es/solutions/architecture-engineering-construction>.
- UPB, Universidad Pontificia Bolivariana -. *Ambiente Pre Hospitalario En Realidad Mixta – UPB Colombia.*, 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=gzduLuwsFmU>.
- Villafane, Justo. *Introducción a La Teoría de La Imagen. Ediciones Piramide (Grupo Anaya S. A., 2006*.
- Villanueva, Asael. “El Futuro Llegó: Da Tec Clases Con Realidad Virtual Colaborativa.” Redacción CONECTA, n.d. <https://tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/el-futuro-llego-da-tec-clases-con-realidad-virtual-colaborativa>.
- VR, Machi. *¿Cómo La Realidad Virtual Ayuda a Pacientes Con Quimioterapia?*, 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=rt6cY7muaCc>.
- Wilches, Carlos. “Sensación, Percepción y Conciencia. Hacia Un Enfoque Sensoriomotor de La Percepción Visual.” *Revista Diálogos* 4, no. 1 (2013): 17–22.
- Yao, Richard. *Oculus Connect: The Human Visual System and the Rift*, 2014. <https://www.youtube.com/watch?v=6DgfiDEqfaY>.
- Young-geun K., & Won-jung K. “Implementation of Augmented Reality System for

Smartphone Advertisements.” *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering Vol 9.*, 2014.

“Zillow,” 2020. https://www.zillow.com/homedetails/7116-Copper-Trail-Ave-El-Paso-TX-79934/118223861_zpid/.

ANEXOS

Título: El ambiente virtual simulado como una herramienta de diseño y presentación de espacios arquitectónicos.

Luisa María Encerrado Manríquez

Maestría en Arquitectura

FORMATO DE ENTREVISTA PARA ESTUDIANTES

Objetivo: Conocer el proceso de diseño para la creación de espacios virtuales en las licenciaturas impartidas por la UACJ, campus IADA- ITT.

Nombre: _____

Edad: _____ Programa académico: _____

Institución: _____ Semestre en curso: _____

APARTADOS

- Programa de la carrera
 - *Softwares* para el uso de realidad virtual
 - Proceso de diseño en espacios virtuales
1. Durante el programa de la licenciatura ¿Cómo es el uso de las herramientas para generar entornos en realidad virtual? (asignaturas impartidas previas al uso de la realidad virtual)
 2. ¿Cuáles programas (*softwares*) se utilizan para generar los espacios y modelos dentro de los entornos de realidad virtual?
 3. ¿Cuál es el proceso para generar un entorno que pueda ser visualizado en realidad virtual?
 4. ¿Cómo se evalúan los espacios virtuales generados en clase, en cuanto a proporción, movimiento, calidad de la imagen, etc.?
 5. ¿Qué aplicaciones has generado a lo largo de la carrera?
 6. ¿Qué ventajas consideras tiene el visualizar e interactuar en un entorno real representado en realidad virtual?
 7. ¿Cómo describirías la experiencia dentro de un entorno virtual, es apegada a la realidad o es totalmente ajeno a lo que se experimenta en un entorno real?
 8. ¿Consideras importante la interacción con los modelos o basta con poder desplazarte?
 9. ¿Qué usos alternos a los que te enseñan en la carrera crees que pueda tener el uso de esta tecnología?

10. ¿Consideras importante el uso de la realidad virtual para carreras como arquitectura y diseño de interiores?

Título: El ambiente virtual simulado como una herramienta de diseño y presentación de espacios arquitectónicos.

Luisa María Encerrado Manríquez

Maestría en Arquitectura

FORMATO DE ENTREVISTA PARA DOCENTES

Objetivo: Conocer el proceso de diseño para la creación de espacios virtuales en las licenciaturas de diseño digital impartidas a nivel universitario.

Nombre: _____

Edad: _____ Programa académico: _____

Institución: _____ Departamento: _____

APARTADOS

- Programa de la carrera
 - *Softwares* para el uso de realidad virtual
 - Proceso de diseño en espacios virtuales
1. Durante el programa de la licenciatura ¿Cómo es el uso de las herramientas para generar entornos en realidad virtual? (asignaturas impartidas previas al uso de la realidad virtual)
 2. ¿Cuáles programas (*softwares*) se utilizan para generar los espacios y modelos dentro de los entornos de realidad virtual?
 3. ¿Cuál es el proceso para generar un entorno que pueda ser visualizado en realidad virtual?
 4. ¿Cómo se evalúan los espacios virtuales generados en clase, en cuanto a proporción, movimiento, calidad de la imagen, etc.?
 5. ¿Cuál ha sido su trayectoria académica para el uso de realidad virtual?
 6. ¿Qué aplicaciones has generado a lo largo de la carrera?
 7. ¿Ha intervenido en proyectos que usen la realidad virtual? ¿Podría mencionar algunos?
 8. ¿Conoce proyectos que usen la realidad virtual en otras partes del país o en el extranjero? (experiencias en conferencias, estancias o por trabajo)
 9. ¿Qué ventajas consideras tiene el visualizar e interactuar en un entorno real representado en realidad virtual?
 10. ¿Cómo describirías la experiencia dentro de un entorno virtual, es apegada a la realidad o es totalmente ajeno a lo que se experimenta en un entorno real?
 11. ¿Consideras importante la interacción con los modelos o basta con poder desplazarte?

12. ¿Qué usos alternos a los que te enseñan en la carrera crees que pueda tener el uso de esta tecnología?
13. ¿Consideras importante el uso de la realidad virtual para carreras como arquitectura y diseño de interiores?