

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Comunicación y Artes Contemporáneas

ArQVis en Realidad Virtual

Matías Yépez Gaete

Diseño Gráfico: Medios Interactivos

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de

Licenciado en Diseño Gráfico: Medios Interactivos

Quito, 07 de junio de 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Comunicación y Artes Contemporáneas

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

ArQVis en Realidad Virtual

Matías Yépez Gaete

Nombre del profesor, Título académico

Mark Steven Bueno Green, M.I.S

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Matías Yépez Gaete

Código: 00208827

Cédula de identidad: 1724542673

Lugar y fecha: Quito, junio de 2022

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

ArQVis es un servicio de visualización arquitectónica en realidad virtual. Sin embargo, lo que lo diferencia del resto es que es interactiva, es decir, el cliente no es un simple espectador sino más bien forma parte de la experiencia. El proyecto surge a partir de la problemática que existe hoy en día en el Ecuador, específicamente en la ciudad de Quito, al ser la ciudad con el mercado más alto, sobre la absorción de viviendas. En otras palabras, la cantidad de casas y departamentos que se venden en promedio por mes. Desde el 2017 hasta junio del 2021, hubo una caída del 50.8% en la venta de viviendas. De hecho, Existen diferentes razones por las cuales esto sucedió, entre esas, un problema de marketing. El objetivo es tratar de mitigar esta complicación al innovar en la manera que se visualiza hoy en día las viviendas en el Ecuador.

Gracias a Unity, es posible crear experiencias interactivas en realidad virtual sin tantos inconvenientes. Esto se debe que tiene frameworks que facilitan el desarrollo de este tipo de aplicaciones. De hecho, este tipo de tecnologías no son muy utilizadas en Latinoamérica, por ende, es una gran oportunidad el poder implementarlas y avanzar las industrias al futuro, en este caso, la arquitectura. Otra cuestión es que la visualización arquitectónica está estancada en los medios tradicionales como renders. Hay muy pocas empresas que tratan de cambiar esta situación, sin embargo, no son experiencias agradables. Es aquí donde ArQVis quiere revolucionar las cosas, generar una aplicación que sea atractiva y útil a la vez. El simple hecho de poder ver una simulación de cómo la vivienda se ve en la vida real no es suficiente, es por eso que con ArQVis es posible modificar ciertos aspectos de esta. Se realizó encuestas a arquitectos, la preguntar sobre que desearían que se pudiera cambiar, la mayoría querían que los acabados de las paredes y pisos sean intercambiables. Esto es importante para el cliente final ya que existen casos en los cuales ellos a último minuto quieren cambiar de material porque simplemente no les gustó el que escogieron en un principio. A la final significa un gasto extra que pudo ser evitado desde un inicio. Además, otra funcionalidad que les gustaría ver es el ser capaz de cambiar las condiciones lumínicas del día. Esas son las funcionalidades principales que tiene ArQVis, pero tiene otras menos significativas. Actualmente se trabaja en un servicio mejorado gráficamente, capaz de competir con los renders más realistas y así, reducir más esa línea que separa el mundo digital y real. Todo gracias a la versatilidad que tienen los motores gráficos como Unity.

Palabras clave: Visualización arquitectónica, realidad virtual, experiencia, viviendas, cliente.

ABSTRACT

ArQVis is a virtual reality architectural visualization service. However, what sets it apart from the rest is that it is interactive, namely, the client is not a simple spectator but rather part of the experience. The project appears from the problem that exists today in Ecuador, specifically in the city of Quito, being the city with the highest market, on the absorption of housing. In other words, the number of houses and apartments that are sold on average per month. From 2017 to June 2021, there was a 50.8% drop in sales per month. In fact, there are different reasons why this happened, among them, a marketing problem. The objective is to try to mitigate this hurdle by innovating in the way that houses in Ecuador are visualized today.

Thanks to Unity, it is possible to create interactive experiences in virtual reality without so many inconveniences. This is because it has frameworks that facilitate the development of this type of application, while similar software such as Unreal Engine do not. In fact, these types of technologies are not widely used in Latin America, therefore, it is a great opportunity to be able to implement them and advance industries even further, in this case, architecture itself. Another issue is that architectural visualization is stuck in traditional media like renderings. There are very few companies that try to change this situation; however, they are not pleasant experiences. This is where ArQVis wants to revolutionize things, generate an application that is attractive and useful at the same time. The simple fact of being able to see a simulation of how the house looks in real life is not enough, that is why with ArQVis it is possible to modify certain aspects of it. Architects were surveyed, asking about what they wish could be changed, most wanted the wall and floor finishes to be interchangeable. This is important for the final client since there are cases in which they want to change the material at the last minute because they simply did not like the one they chose at the beginning. In the end, it means an extra expense that could have been avoided from the start. Also, another functionality that they would like to see is being able to change the light conditions of the day. Those are the main functionalities that ArQVis has, but it is just the beginning. Currently, there is a work in progress on a graphically improved service, capable of competing with the most realistic renders and thus further reducing the line that separates the digital and real world. All thanks to the versatility of graphics engines like Unity.

Keywords: Architectural visualization, virtual reality, experience, housing, client.

TABLA DE CONTENIDO**Índice**

INTRODUCCIÓN.....	10
DESARROLLO DEL TEMA	11
La visualización arquitectónica.....	11
Problemática	12
Implementación de la realidad virtual.....	13
El servicio ArQVis.....	14
Objetivo y beneficios	14
Competencia	15
Motor gráfico	16
Prototipado.....	16
Oportunidades de mercado	19
Monetización	20
Producto Final.....	21
CONCLUSIONES.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Edificaciones a construir por principales cantones	12
Figura 2 Absorción (unidades/mes) vivienda – Quito	13
Figura 3 ArQVis con Unity URP.....	17
Figura 4 ArQVis con Unity HDRP.....	18
Figura 5 Reporte gerencial mercado de vivienda	19
Figura 6 Demografía de la Oferta (Unidades Disponibles)	20

INTRODUCCIÓN

La visualización arquitectónica es esencial en el marketing de las viviendas, porque es una representación visual del producto final. Es una manera para convencer al cliente para que compre una casa o departamento. Sin embargo, en la ciudad de Quito, hay un grave problema de la absorción, es decir, la venta de viviendas, en este un promedio por mes, desde el 2017; hubo una caída del 50.8% hasta junio del 2021. Una de las razones es justamente en el apartado del marketing. Entonces es importante innovar, con el servicio de visualización arquitectónica ArQVis. La unión de la arquitectura con la realidad virtual, donde el cliente no es un simple espectador, sino más bien forma parte de una experiencia interactiva. Es posible modificar algunos aspectos de la vivienda como, por ejemplo, los acabados de las paredes y pisos, además de modificar la luz del día. Como resultado, se genera un servicio totalmente inmersivo y útil para el cliente final. Siempre hay que tener en cuenta el rendimiento a la par con el apartado gráfico. De esta manera, se obtiene la representación visual arquitectónica más clara al producto final

DESARROLLO DEL TEMA

La visualización arquitectónica

Es la representación de un espacio tridimensional ayuda, al cliente o espectador, a entender de mejor manera cómo se vería dicho espacio en la vida real. Sin mucha asistencia, la persona que visualiza la obra arquitectónica debe ser capaz de imaginar lugar de manera correcta, es decir, comprender las dimensiones del espacio. Por lo menos ese es el objetivo al cual se quiere llegar. Para poder representar los lugares anteriormente, se utilizaban dibujos 2D con una perspectiva tridimensional. Después se pasó a la representación física tridimensional mediante el uso de maquetas a menor escala. Luego, gracias a los avances tecnológicos y la computación, se introdujo Computer Aided Design o Diseño Asistido por Computador, en español. Esto permite tanto a los arquitectos como a los ingenieros a crear estructuras más precisas, de mejor calidad y, a su vez incrementa su productividad. Además, aparecieron los softwares 3D como lo son Maya, 3DS Max, Blender, etc., que permiten trasladar los diseños de CAD y crear renders a partir de los mismos. El gran avance que hasta hoy en día se utilizan son las imágenes que, según su calidad, pueden ir de ‘caricaturizadas’ a muy realistas, al llegar a una fina línea que separa la realidad y lo ficticio. En este punto es complicado llegar a diferenciar una fotografía de un render. Claro que no solo se quedó estancada en la visualización mediante imágenes, también se crearon los videos que, como se sabe, es la secuencia de imágenes. Inclusive, ya existen los tours virtuales mediante medios tradicionales como la computadora, también se implementó la realidad virtual. Estos nuevos medios incrementan hasta cierto punto el nivel de realismo, al igual que la capacidad de los clientes de visualizar cómo realmente se vería su próxima vivienda. La cuestión es ¿Cuál es el futuro de la visualización arquitectónica?

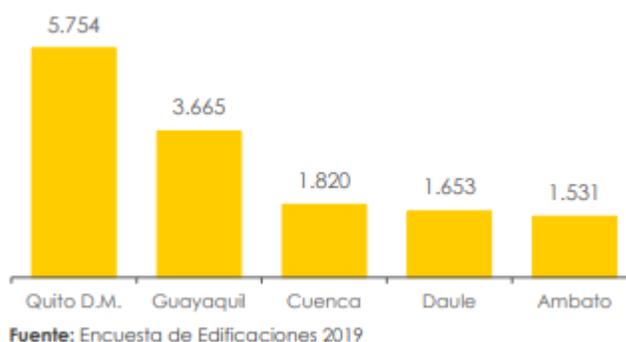
En la actualidad, los motores gráficos son programas de renderizado a tiempo real que comúnmente se utilizan para crear videojuegos. Sin embargo, los profesionales de distintas áreas o industrias están implementado estos softwares. De hecho, en el mundo del automovilismo, cine, arquitectura, ingeniería, entre otras; esta siendo aplicado este tipo de tecnología. La pregunta es ¿por qué? La gran ventaja es que son capaces de crear interactividad, mediante la implementación de programación. De este modo el cliente ya no es un simple espectador, sino que forma parte de la experiencia. Esta tecnología no se limita a un solo medio, como es la computadora. La realidad virtual como aumentada son aplicables de distintas maneras como

visualizar muebles desde la vivienda con la realidad aumentada, configurar carros con los acabados que el cliente desea y visualizar casas o departamentos con las gafas de realidad virtual. Si bien son prometedoras estas tecnologías, hoy en día se utilizan más en países como Estados Unidos y Canadá.

Problemática

Figura 1

Edificaciones a construir por principales cantones.



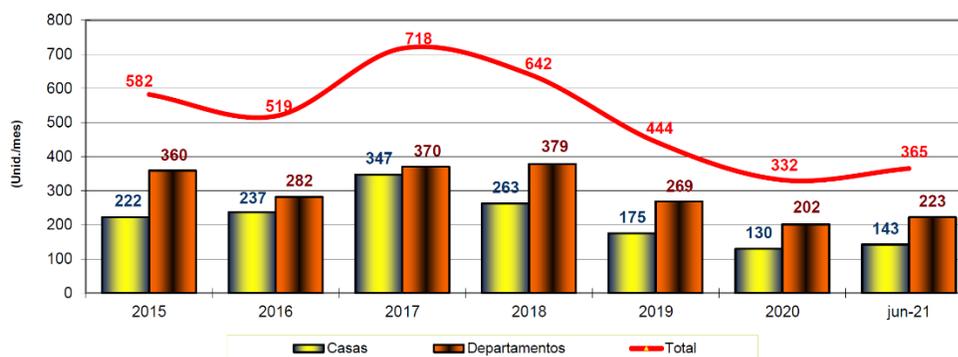
Nota. Gráfico de barras sobre encuesta realizada por el INEC sobre las edificaciones a construir en el 2019. Tomada del boletín técnico de la Encuesta Nacional de Edificaciones (ENED), 2019. Por Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2020. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2019/3.%202019_ENED_Boletin_tecnico.pdf. En el dominio público 2020 por INEC.

En el 2018 en Ecuador, habían más de 4.000 empresas dedicadas a la construcción, dirigidas a distintos subsectores como Obras de Ingeniería Civil, Construcción de Edificios y Actividades Especializadas de la Construcción. En aquel entonces, había 1.700 empresas en Guayas, 1.200 en la provincia de Pichincha, todas dedicadas a la construcción. De hecho, el sector de la construcción equivale al 3,7 %. Sin embargo, se vio un declive del 26% de los ingresos totales en este sector (Aval, 2019). Estos datos caben recalcar que son del 2018, por ende, lo más probable es que hasta el 2022 haya habido un declive mucho mayor, especialmente por los efectos negativos económicos causados por la pandemia del virus Sars Cov-2 a inicios del 2020. Sin embargo, hay un mercado bastante significativo. Claramente, cómo se puede ver en la figura 1. Las tres ciudades más grandes del país son las que más proyectos hay en el país, Quito es la que mayor número de edificaciones a construir tiene. Esto quiere decir que el mercado más grande es en la capital del Ecuador. Por esa razón se va a analizar el mercado

inmobiliario solo en el distrito metropolitano de Quito y entender el gran problema que hay, que es la falta de ventas de viviendas en la capital.

Figura 2

Absorción (unidades/mes) vivienda – Quito.



Nota. Gráfico de barras agrupadas y gráfico de líneas sobre el promedio de absorción por mes de cada año, hasta el mes de junio del 2021. Tomada del informe sobre el mercado de vivienda Quito. Por Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario. 2021. Derechos de autor 2021 Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario.

En la figura 2, se muestra la absorción de las viviendas en la ciudad de Quito de promedio por mes, y comparándolo con el último mes que se obtuvo la información de la absorción del año 2021, en junio para ser exactos. Pero ¿qué es la absorción? Básicamente es la cantidad de viviendas vendidas, en este caso por mes. Quito se ha visto afectado por una caída del 50.8%, en comparación con junio del 2021, con el promedio general del 2017. Así se demuestra que hay un problema serio para convencer a las personas de que compren una vivienda. De hecho, en el 70.9% de proyectos en la ciudad de Quito, se llega a vender una vivienda cada dos meses (Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario, 2021). Entonces hay que encontrar maneras innovadoras para persuadir a las personas a que compren una casa o departamento. Así que la opción más vanguardista es implementar justamente la tecnología que se usa en países de primer mundo y traerla al Ecuador.

Implementación de la realidad virtual

En el Ecuador y en general en Latinoamérica, la adopción de las gafas de realidad virtual es muy baja en comparación con Asia, Europa y Norteamérica, es decir, no es una tecnología muy explorada aquí, pero con un gran potencial. El mercado de la realidad virtual se estima que crezca de los casi 5 mil millones de dólares en el 2021, a 12 mil millones de dólares en el 2024,

refiriéndose tanto para el lado empresarial como del consumidor (Alsop, 2022). Es una gran oportunidad implementar esta tecnología en el mundo de la arquitectura, en especial cuando se le adiciona el elemento de la interactividad de por medio. De hecho, según una encuesta realizada por CGArchitec en el 2020, una revista de las más influyentes en el tema de ArchViz. Se preguntó sobre qué programas se prueba hoy en día, a los arquitectos, para realizar las visualizaciones. En el primer puesto está Unreal Engine, el motor gráfico de Epic, mientras que Unity está en el puesto número 9. En general, ambos programas son los avanzados en temas de las experiencias en realidad virtual hoy en día, pero por distintas razones, uno es más conocido que el otro. No obstante, los dos tienen capacidades similares en muchos aspectos. Igualmente, ambos son utilizados en la arquitectura.

El servicio ArQVis

Es un servicio de experiencias arquitectónicas interactivas en realidad virtual, destinadas a arquitectos, constructoras y empresas inmobiliarias. Se implementará el motor gráfico de Unity Technologies, con el fin de crear una visualización inmersiva, en la cual el cliente sea capaz de modificar los acabados de las paredes y pisos, mover puertas y modificar la luz del día. Estas funcionalidades fueron escogidas acorde a las entrevistas realizadas a los arquitectos, al igual que un análisis de ciertos programas como Twinmotion y experiencias parecidas que existen en mercados de otros países, hechas con Unreal Engine y Unity. En base a esa información, el servicio será desarrollado así, con la posibilidad de poder añadir más funciones en un futuro. Además, vendrá incorporado un tutorial para que las personas puedan familiarizarse con la experiencia interactiva y aprendan a usarla, sin tener que salir de la vivienda que se visualiza. En otras palabras, el tutorial es parte integral de cada casa o departamento, más no otro espacio por separado. Si el cliente ya está familiarizado, este puede salir del tutorial sin ningún problema. Como resultado, hay varios beneficios para el comprador de la vivienda.

Objetivo y beneficios

El objetivo del proyecto es justamente implementar la realidad virtual para la visualización arquitectónica de manera interactiva. De esta manera, el cliente es capaz de experimentar las tres funcionalidades, en tiempo real. Este tipo de implementación tiene sus ventajas, que son las siguientes:

1. Te permite visualizar y navegar con mayor precisión y mejor conciencia espacial.

2. Se puede implementar en diferentes etapas del proceso de la construcción.
3. Retroalimentación directa del cliente antes de que el proyecto esté finalizado. Baja el precio final con cambios de último momento. Evita infinitas revisiones del producto final, por ende, correcciones inmediatas al proyecto.

El último punto es importante visto desde un punto de vista económico. Según Roque Barberis, un arquitecto de la ciudad de Quito, los clientes suelen querer cambio a último minuto porque simplemente no le gustaron los acabados que se determinaron previamente. Por consecuencia, implica que hay que realizar gastos extra para cambiar los materiales por unos nuevos. Por ende, de esta manera se busca mitigar esta gran problemática y evitar que el cliente gaste dinero de más que, fácilmente pudo ser evitado con una correcta visualización del espacio con el material deseado. A esto se le sumara el poder convencer a posibles clientes de que compren la casa con nuevos modos de visualización, en comparación a los otros métodos de visualización arquitectónica.

Competencia

En el Ecuador como previamente se mencionó, casi no se utiliza el tema de realidad virtual. Aquí se utiliza la renderización de imágenes, maquetas, videos y recorridos virtuales. En su mayoría, las imágenes predominan en la visualización arquitectónica. Empresas que se dedican a la visualización arquitectónicas con grandes clientes está Maps MKT, Creandounaimagen, Visualiza 3D, entre otras. Ellos actualmente no utilizan o utilizan muy poco el tema de la realidad virtual, pero no tiene el elemento de interactividad, lo cual limita el potencial del medio. También hay una compañía llamada Brick, que si implementa la realidad virtual¹ pero la experiencia es pobre y mal diseñada. Creandounaimagen ya ha mostrado historias en sus redes sociales sobre una nueva experiencia la cual te permite modificar los materiales de los muebles e interactuar con las luces, pero de manera limitada y sin cambiar la hora del día. Además, parece estar diseñado para medios tradicionales, es decir, la computadora. Sin embargo, es difícil decir que tan compleja es esta aplicación con lo poco de información que han mostrado. Lo importante a la hora de crear estas experiencias es que hay que tener en cuenta tanto la estética como la funcionalidad en cualquier tipo de diseño, para que pueda destacar sobre las demás y, en el mercado ecuatoriano hay poca calidad y cantidad este tipo de aplicaciones en la

¹ Link de video: <https://youtu.be/XijazB3gsgY>

visualización arquitectónica. Por ende, con la ayuda de Unity Engine existe gran potencial para ArQVis para destacar sobre su competencia local.

Motor gráfico

Se escogió Unity por algunas razones. Primero que todo, porque se pueden crear mecanismos de interacción avanzados, aunque, se requiere de conocimientos en programación para hacerlo posible. Unity utiliza el lenguaje de programación llamado C# que, es relativamente más sencillo que otros, lo cual facilita el desarrollo. En términos generales, Unity tiene una línea de aprendizaje más fácil que motores gráficos. Esa es una de las razones por las cuales se enseña Unity en la Universidad San Francisco de Quito. Otro punto positivo de Unity Engine es que tiene el Framework de VR llamado VR Interaction Framework que, justamente tiene funcionalidades que permitieron crear ArQVis de manera más fácil. Por ejemplo, tiene scripts que funcionan como eventos al hacer clic con el trigger o al agarrar un objeto. Esto ayudó en el apartado del tutorial y cambio de materiales. Inclusive, el sistema de agarre que comúnmente se usa para levantar objetos, según mostrado por el desarrollador del framework, también puede ser usado para el movimiento de las puertas, con la ayuda de ciertos componentes nativos del mismo Unity. De hecho, se pudo sacar un prototipo rápidamente con la función principal, la de cambiar materiales, en un plazo corto de tiempo.

Prototipado

Primero se comenzó con un bocetaje de rápido de cómo funcionaría la experiencia de manera general, diseñado en Adobe XD. Primero se tenía pensado en tener solo dos funciones, la de cambiar las paredes y suelo, además de mover las puertas. Después se pasó a aprender el framework de desarrollo de realidad virtual. Ya con el conocimiento básico y esencial de esta tecnología, se pasó a desarrollar la principal y más importante función de todas, el poder seleccionar una pared o piso en específico y cambiar el material de dicha estructura. Posteriormente pasó a crear el primer prototipo del menú para seleccionar el acabado que se desea escoger. Era un simple panel con un shader transparente, pero con un efecto borroso. De esta manera se puede ver más o menos los alrededores de la vivienda y a su vez, ser capaz de enfocarse en visualizar los materiales disponibles. Terminado eso, se pudo desarrollar el primer prototipo de la interacción². Es importante mencionar que, Unity trabaja con dos tipos de

² Link de video: <https://youtu.be/uTUKtzUEOhE>

renderizados, el primero que es el URP (Universal Render Pipeline) y HDRP (High Definition Render Pipeline).

Figura 3

ArQVis con Unity URP.



El primer demo se hizo con URP, con las configuraciones más bajas para obtener la mayor cantidad de cuadros por segundo. Hay que tener en cuenta que el procesado se hizo directamente en las gafas de realidad virtual. Sin embargo, al igual que en el tema de los renders de imágenes realistas, es igual poder reducir esa línea que separa la realidad con lo virtual. Por eso se decidió usar el Oculus Link, una opción que permite que todo el procesado se haga directamente en la computadora y, al mismo tiempo, subir la calidad de renderizado. Primero se probó con la mejor calidad posible con el URP. Se logró obtener en su mayoría una tasa de 72 cuadros por segundos estables. De aquí se mejoró la interfaz de usuario, al crear un menú personalizado con código para mejorar la manera en la cual el usuario pueda cambiar las páginas de visualización de los materiales, ya que los implementados internamente por Unity no eran lo suficientemente modernos y acordes a una experiencia de realidad virtual sino más aplicadas a videojuegos. Posteriormente se probó la segunda funcionalidad de la experiencia, la iluminación. Se probó las mejores técnicas para poder obtener luces a tiempo real e impresas. El termino impresas se refiere a que la iluminación indirecta, es decir, cuando la luz rebota en los objetos e ilumina el resto de la escena sean impresas como un sub material enfrente del material que ya tienen los objetos. Hay que tomar en cuenta esto por el tema de rendimiento de la experiencia, ya que realizar la iluminación indirecta a tiempo real es muy costoso. Al final se logró una calidad

deseada que se permita cambiar la iluminación directa a tiempo real junto con el cielo para dar la ilusión de que se puede cambiar la hora del día, junto con la combinación de efectos de post procesado para simular el cambio de la luz del día según la hora. Finalmente se pasó a crear puertas movibles según la dirección de la puerta, es decir, si una puerta se abre al deslizar o empujar, por ende, se simula los movimientos de este. Ya finalizadas las funciones principales, se pasó a crear el tutorial dentro de la misma experiencia. Con ciertas dificultades se logró desarrollar un tutorial que tenga retroalimentación de las acciones realizadas. Esto se debe a que hubo que acceder al código directo del framework para obtener ciertos valores del controlador del avatar de la experiencia del VR. De esa manera toda funcionalidad de la visualización arquitectónica en realidad virtual se terminó.

Figura 4

ArQVis con Unity HDRP.



Ese no fue el final de la experiencia porque, al ver que hoy en día existen tecnologías que se aplican hoy a los videojuegos que permiten renderizarlos con una gran calidad y mejora en el rendimiento, se decidió probar la experiencia con el HDRP de Unity. Siempre con el fin de obtener más realismo. La manera que fue desarrollada la experiencia se tuvo en mente que sea lo más optimizada posible en el tema de tiempo. Así, todas las funciones se pueden exportar fácilmente a cualquier proyecto sin la necesidad de realizar mayores cambios. Solo hubo un pequeño problema, el código que se utilizó para el apartado de la iluminación ya no servía en el HDRP. La razón es que utiliza técnicas más avanzadas para lograr las renderizaciones más

realistas. Si fue posible cambiar el código y lograr una iluminación realista, pero se encontró otro gran problema, los reflejos. Al igual que la iluminación indirecta, los reflejos se manejan con texturas impresas. Por eso, si se cambia la luz de día, los reflejos se quedan de la manera en la cual fueron creados en un principio. Entonces si es de noche, pero en un material como los vidrios o espejos, se ve que es de día e impedir esa sensación de realismo. Al experimentar con distintas técnicas, se logró que todo funcione con una tasa de realismo relativamente estable, aunque, con una cierta demora de un par de segundos para que los reflejos se puedan recalcular cuando se cambia de iluminación. En ese proceso si hay una caída de cuadros por segundos algo notable, pero no destruye la experiencia. El desarrollo de una visualización arquitectónica en realidad virtual sigue en fase de desarrollo con el HDRP y, tratar de mejorar el rendimiento. A su vez, se experimenta con distintas tecnologías como la de Ray Tracing que simula cómo se comporta la luz en la vida real, sin la necesidad de imprimir la iluminación indirecta y reflejos. Usar esta técnica es muy costosa para el rendimiento, pero hay alternativas para alcanzar las metas de una tasa de cuadros por segundos alta. Sin embargo, está más que comprobado es que con hardware más potente, es totalmente factible sin un gran esfuerzo en probar dichas alternativas.

Oportunidades de mercado

Figura 5

Reporte gerencial mercado de vivienda.

ZONAS / VARIABLE	# Proyectos Totales (u)	Oferta Total (u)	# Proyectos Nuevos (u)	# Unidades Nuevas (u)	Oferta Disponible Nuevas (u)
NORTE	215	9.081	10	533	309
SUR	52	2.741	-	-	-
CENTRO	2	68	1	38	16
TOTAL CASCO URBANO	269	11.890	11	571	325
VALLE CALDERÓN	107	2.470	6	109	79
VALLE CUMBAYÁ-TUMBACO	218	4.123	10	400	293
VALLE LOS CHILLOS	189	4.274	9	108	57
VALLE POMASQUI	37	1.684	1	4	3
TOTAL VALLES	551	12.551	26	621	432
TOTAL QUITO (AÑO)	820	24.441	37	1.192	757

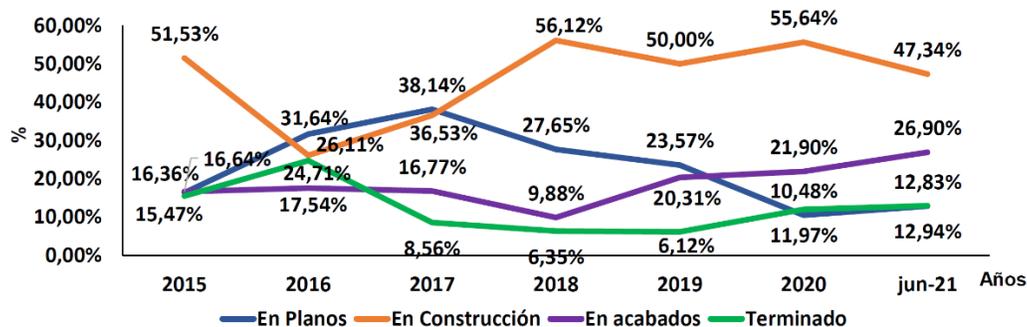
Nota. Hoja de calcula sobre el reporte gerencial mercado de vivienda en Quito. Tomada del informe sobre el mercado de vivienda Quito. Por Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario. 2021. Adaptado con permiso 2021 Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario.

Previamente, se mostró que existe una recesión en el sector de la construcción, sin embargo, hay un gran mercado en el Ecuador, incluso si solo se enfoca en la ciudad de Quito. Se

mencionó que el mayor problema es el marketing para convencer a las personas a que compren una casa. No obstante, hay que entender cuál es realmente la oportunidad que hay para que ArQVis sea implementado. Como se puede ver en la figura 5, en la actualidad, en Quito hay 820 proyectos de vivienda, a partir de esa cantidad, 37 proyectos son nuevos, de los cuales salieron 1.192 unidades, es decir, unidades de viviendas divididas entre casas y departamentos. Según Ernesto Gamboa & Asociados, empresa inmobiliaria, se estima que ese número crezca en el 2022.

Figura 6

Demografía de la Oferta (Unidades Disponibles).



Nota. Gráfico de líneas sobre la demografía de la Oferta (Unidades Disponibles). Tomada del informe sobre el mercado de vivienda Quito. Por Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario. 2021. Derechos de autor 2021 Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario.

En la figura 6 se ve claramente la fase en la cual están los proyectos. Como se puede ver en el gráfico, en su mayoría están en fase de construcción, seguido por acabados, terminado y en planos, respectivamente. La pregunta es, ¿Por qué estos datos son importantes? Este tipo de servicios tienen la ventaja de ser aplicados en cualquier etapa de una vivienda. Entonces, existe una considerable cantidad de proyectos solo en la capital del Ecuador. Aunque hay que ver el público objetivo a cuál va dirigido estas viviendas, según su nivel económico. Ya que de esto depende el porcentaje de dinero que va destinado al marketing de las viviendas, lo que a su vez determina el precio y ganancias que se puede sacar de ArQVis.

Monetización

Las dos maneras de remuneración es mediante el honorario de Arquitectos y las empresas inmobiliarias. Acorde al Colegio de Arquitectos, los honorarios de arquitectura son del 5% del precio de construcción, que va destinado al tema de marketing (Colegio Nacional de Arquitectos

del Ecuador Secretaría Ejecutiva Nacional, 2020). Por otro lado, las empresas inmobiliarias invierten el 3% del precio de venta y, el 56% es reservado para los medios digitales. Al tener en cuenta estos valores, en la primera opción, el precio promedio del metro cuadrado con acabados de primera línea es entre 590 dólares hasta los 1.500 dólares, mientras que con acabados básicos es de \$365 (Guerrero & Cornejo, 2020). Al tomar en cuenta que el promedio del metro cuadrado en Quito es de 112 metros, en junio del 2021 (Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario, 2021). Según estos datos, el precio total de una vivienda puede variar entre \$66.080 a \$168.000. Al calcular el 15% del 5% de los honorarios de arquitectos, sale \$495,6 a \$1.260. Para que sea rentable, hay que apuntar a las viviendas con el precio promedio del metro cuadrado más caras. En la segunda opción, el promedio de venta de una vivienda es de \$144.890, en junio del 2021 (Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario, 2021). Al valorar el porcentaje que va destinado a al marketing en medios digitales, de los cuales se podría pedir el 48%, las ganancias serían de \$1.169,39. En términos generales, el público objetivo del servicio de visualización arquitectónica interactiva en realidad virtual es para gente de clase media, al apoyarse sobre los precios de las viviendas, tanto en construcción como de venta. Al haber optimizado el tiempo de desarrollo de ArQVis, es posible realizar de 4 a 5 proyectos por mes.

Producto Final

El producto final es la experiencia en realidad virtual, en la cual el cliente puede visualizar el espacio físico de la vivienda a escala real e interactuar con los materiales de las paredes y pisos, al igual que la iluminación (Mañana, Tarde y Noche). Además, se puede interactuar con las puertas de los distintos cuartos para simular con más precisión la realidad. Hay que tener en cuenta que se requiere tener un equipo con especificaciones mínimas de hardware para correr la experiencia en realidad virtual. En este caso no es un problema porque es mi persona quién acompaña al cliente final junto con el arquitecto o empresa inmobiliaria.

CONCLUSIONES

Para concluir, este proyecto me ha permitido familiarizarme aún más con el motor gráfico de Unity, permitiéndome experimentar en otros apartados que no solo sean los videojuegos. Esta experiencia en general abre más mis posibilidades de trabajo en diferentes industrias, al igual que, de posibles especializaciones o maestrías. Además, creo que el potencial del servicio es enorme, no solo gracias a la innovación que se quiere realizar en el Ecuador, sino también por los infinitos usos que tiene Unity como tal. Es posible crear experiencias más tradicionales como crear imágenes, videos e incluso visualizaciones interactivas desde el internet, sin necesariamente, comprometer la calidad gráfico o realismo de este.

En cuanto al tema del desarrollo, el apartado que más tiempo me consumió fue el de justamente probar e iterar la calidad gráfica tanto del URP como HDRP, al tener en mente como objetivo, alcanzar el mejor nivel de realismo posible, sin sacrificar mucho en el rendimiento. De hecho, este apartado es el que más tiempo consumiría en futuros proyectos porque toca crear las texturas de luz indirecta, al igual que los reflejos. Sin embargo, sin duda alguna, con la implementación de Ray Tracing, los tiempos de desarrollo de cada proyecto disminuirían significativamente como para trabajar en más proyectos al mes o al mismo tiempo.

Al pensar en un Roadmap del futuro de este servicio, como prioridad es mejorar el rendimiento con el HDRP, sin la implementación de Ray Tracing y así, alcanzar el objetivo de obtener más el realismo. Igualmente, ir experimentar con esta nueva tecnología y ver las posibilidades de implementarla en un futuro cercano. Después, quiero crear nuevas maneras de interactuar en la experiencia de realidad virtual, como permitir al usuario cambiar los muebles de la vivienda a su gusto. Después, se puede crear un demo y convencer a locales como SUKASA de implementar sus muebles dentro del servicio. Por consiguiente, sería una nueva fuente de ingresos. Al final igual beneficiaría al cliente final, que son las personas que quieren comprarse una vivienda nueva que, al mismo tiempo, podrían conseguir nuevos muebles para su hogar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsop, T. (2022). *Virtual reality (VR) - statistics & facts*. Statista.
<https://www.statista.com/topics/2532/virtual-reality-vr/>
- Aval. (2019). *Situación financiera 2018 del sector de la construcción*. Aval.
<https://www.aval.ec/informacion-general-de-empresas/situacion-financiera-2018-del-sector-de-la-construccion/>
- CAMICON. (2020). *LA CÁMARA- Quito, el cantón más poblado del Ecuador en el 2020*. CAMICON. <https://www.camicon.ec/la-camara-quito-el-canton-mas-poblado-del-ecuador-en-el-2020/>
- Colegio Nacional de Arquitectos del Ecuador Secretaria Ejecutiva Nacional. (2010). *Reglamento Nacional de Aranceles*. <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2018/02/REGLAMENTO-ARANCELES-CAE-2010.pdf>
- Designblendz Team. (2019). *The evolution of architectural visualization*. Designblendz.
<https://www.designblendz.com/blog/the-evolution-of-architectural-visualization>
- Ernesto Gamboa y Asociados & Help Inmobiliario. (2021). *Información Sobre el Mercado de Vivienda Quito*.
- Guerrero & Cornejo. (2020). *El costo de construir en Ecuador durante la pandemia*. Guerrero y Cornejo. <https://web.guerreroycornejo.com/el-costo-de-construir-en-ecuador-durante-la-pandemia/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2020). *Encuesta Nacional de Edificaciones (ENED), 2019*.
- Mottle, J. (2016). *Virtual Reality in Arch Viz - Hype or Reality?* CGArchitect.
<https://www.cgarchitect.com/features/articles/3154f13b-virtual-reality-in-arch-viz-hype-or-reality>
- Perry, C. (2017). *The benefits of virtual reality in architecture*. Curtis Miner Architecture.
<https://www.cmutah.com/the-benefits-of-virtual-reality-in-architecture/>
- Petrock, V. (2021). *US virtual and augmented reality users 2021*. Insider Intelligence.
<https://www.emarketer.com/content/us-virtual-augmented-reality-users-2021>
- Vilmate. (2020). *ArchViz - virtual reality for architecture and design*. Vilmate Software Development. <https://vilmate.com/blog/virtual-reality-for-architecture-and-design/>
- VisEngine. (2019). *Pros and cons of virtual reality for real estate*. Visengine.
<https://visengine.com/pros-and-cons-of-virtual-reality-for-real-estate/>