

**PASANTIA SIMULACION DE INTERACCION CON PRODUCTOS, PARA LA
ADQUISICION DE MUEBLES, MEDIANTE UNA ESTRATEGIA DE MARKETING
CON REALIDAD AUMENTADA**

ANTONY REYNEL BOTELLO HERRERA

JUAN DIEGO SUÁREZ LONDOÑO

Ing. Electrónico

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TUNJA

2020

**PASANTIA SIMULACION DE INTERACCION CON PRODUCTOS, PARA LA
ADQUISICION DE MUEBLES, MEDIANTE UNA ESTRATEGIA DE MARKETING
CON REALIDAD AUMENTADA**

**Trabajo de grado en la modalidad
“Monografía” con el objetivo de obtener el Título de
INGENIERO DE SISTEMAS**

Director:

**IVAN FERNANDO FONSECA BARINAS
Ing. Sistemas**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

TUNJA

2020

**ESTE TRABAJO ES RESPONSABILIDAD ÚNICA Y
EXCLUSIVA DEL AUTOR**

Tunja, Noviembre de 2020

NOTA DE ACEPTACION

Firma del director del proyecto

Firma Tutor de la Empresa

Firma Jurado

Firma Jurado

DEDICATORIA

A mis padres a quienes debo todo lo que soy, pues me han forjado, cuidado y amado. A mi hija Gabriela mi motor, mi fuerza y mi corazón.

-Antony Reynel Botello Herrera-

Dedicado a mi familia, no pude haberlo logrado sin su material genético, pero sobre todo a mi tía y mi madre (y los problemas de salud mental que me dieron) que hicieron todo esto posible... No hay ningún libro de maternidad en el mundo que pudiera haberlas preparado para mí, ¿eh?

Igualmente dedico este libro a mi mora Erika Sarmiento que me acompañó en todos estos años de formación académica y sin la cual este libro tendría la misma redacción que uno de Paulo Coelho.

-Juan Diego Suárez Londoño-

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas aquellas personas que me permitieron conocerlas y se encargaron de engordarme con su peculiar e insaciable hambre por las alitas y el arroz chino. Además, agradezco a mi amigo Antony Botello por ser mi colega en el desarrollo de este proyecto y compartir el inicio de lo que será una vida como profesional.

-Juan Diego Suárez Londoño-

A todas aquellas que hicieron parte de esta aventura llamada universidad, a los Ingenieros que compartieron su conocimiento conmigo y me inspiraron a ser un gran profesional como ellos.

-Antony Reynel Botello Herrera-

Quisiéramos extender un agradecimiento en conjunto al ingeniero de ingenieros, el Ivan de los Ivanes, al Ing. Ivan Fernando Fonseca por depositar su confianza, amistad, café y ramen en nosotros. Estamos muy agradecidos por esta oportunidad brindada.

Índice General

ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
ÍNDICE DE ABREVIACIONES.....	XV
ÍNDICE DE SÍMBOLOS	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT	XIX
INTRODUCCION.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
OBJETIVOS	7
JUSTIFICACION.....	8
ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	9
ORIGEN DE LA REALIDAD AUMENTADA.....	11
CAPITULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	25
1.1. Definición de realidad aumentada.....	27
1.2. Diferencias entre realidad aumentada y realidad virtual	29
1.3. Actualidad y Algunas Aplicaciones	31
1.3.1. AR Móvil	31
1.3.2. Compras en AR.....	33
1.3.3. Navegación AR.....	34
1.3.4. Acoplamiento Empresarial	34
1.3.5. Unión de la AR con AI.....	35
1.3.6. WebAR	36
1.3.7. Asistencia Remota.....	36
1.3.8. Automóviles con AR.....	37
CAPITULO II: DISEÑO Y DESARROLLO	38
2.1. Requisitos y Casos de Uso.....	38
2.1.1. Tablas de Requisitos.....	39

2.1.2. Modelo de Caso de Uso.....	53
2.2. Arquitectura de Software.....	53
2.2.1. Servicio de Almacenamiento	54
2.2.2. Servidor Web	55
2.2.3. Aplicación Web.....	56
2.2.4. API Backend	57
2.2.5. Arquitectura Modelo	58
2.3. Desarrollo del Software	59
2.3.1. Montaje de Pagina Web y Base de Datos.....	59
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSION.....	78
3.1. Servidor.....	78
3.2. Resultados página web y base de datos	82
3.3. Resultados aplicativos	85
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92
ANEXOS	101

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Requisito C01. Fuente: Autor.	40
<i>Tabla 2.</i> Requisito C02. Fuente: Autor.	41
<i>Tabla 3.</i> Requisito C03. Fuente: Autor.	42
<i>Tabla 4.</i> Requisito C04. Fuente: Autor.	43
<i>Tabla 5.</i> Requisito C05. Fuente: Autor.	45
<i>Tabla 6.</i> Requisito C06. Fuente: Autor.	46
<i>Tabla 7.</i> Requisito C07. Fuente: Autor.	47
<i>Tabla 8.</i> Requisito C08. Fuente: Autor.	48
<i>Tabla 9.</i> Requisito C09. Fuente: Autor.	49
<i>Tabla 10.</i> Requisito C10. Fuente: Autor.	50
<i>Tabla 11.</i> Requisito C11. Fuente: Autor.	51
<i>Tabla 12.</i> Requisito C12. Fuente: Autor.	52
<i>Tabla 13.</i> Comparación entre los servicios de cloud computing de Amazon, DigitalOcean, Google Cloud y IBM. Fuente: (G2, s.f.).....	54
<i>Tabla 14.</i> Comparación de seguridad entre Microsoft Azure, AWS y Google Cloud. Fuente: (Muhammed & Ucuz, 2020).....	55
<i>Tabla 15.</i> Comparativa entre los CMS Magento, PrestaShop, WooCommerce y Shopify. Fuente: (Diligent Team, s.f.).....	56
<i>Tabla 16.</i> Comparación entre las AR SDK Vuforia, Wikitude, ARKit 3, ARCore y Maxst. Fuente: (Ilyukha, s.f.).....	58
<i>Tabla 17.</i> Tabla de la entidad productos de PrestaShop modificada con la adición de LinkAR. Fuente: Autor.	65
<i>Tabla 18.</i> Tasas de finalización de tareas. Fuente: Autor. Tasas de finalización de tareas.....	109
<i>Tabla 19.</i> Calificaciones medias de tareas & Porcentaje De acuerdo. Fuente: Autor.	109
<i>Tabla 20.</i> Tiempo en la tarea. Fuente: Autor.....	110
<i>Tabla 21.</i> Resumen de finalización, errores, tiempo de tarea, satisfacción media. Fuente: Autor.	110
<i>Tabla 22.</i> Cuestionario general posterior a la tarea. Fuente: Autor.	111

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Poster promocional del "Sensorama" a la derecha y una imagen de su patente a la izquierda. Fuente: (Motte, 2018).....	12
<i>Figura 2.</i> Prueba de funcionamiento de "The Sword of Damocles". Fuente: (Sutherland, A head-mounted three dimensional display*, 1968).....	13
<i>Figura 3.</i> Muestra de funcionamiento de "Videoplance". Fuente: (Lee & Hyung, 2014).....	14
<i>Figura 4.</i> Pléiades con coordenadas superpuestas. Fuente: (George & Morris, 1989).....	15
<i>Figura 5.</i> Sistema completo de Virtual Fixtures. Fuente: (Rosenberg, 1992).....	16
<i>Figura 6.</i> Planificación de una ruta desde 'S' hasta la ubicación final. Fuente: (Ravela, y otros, 1994).....	18
<i>Figura 7.</i> Vista blanco y negro desde las gafas de ARQuake. Fuente: (Thomas, y otros, 2000)..	20
<i>Figura 8.</i> Demostración Wikitude AR Travel Guide. Fuente: (Science and Technology, s.f.) ...	21
<i>Figura 9.</i> META 1. Fuente: (Kurzweil, 2013).	22
<i>Figura 10.</i> HoloLens 1. Fuente: (Scrittura, 2017).	22
<i>Figura 11.</i> Misma escena de AR en Pokemon go desde dos diferentes ángulos A (picado frontal) y B (picado lateral). Fuente: Autor.	23
<i>Figura 12.</i> HoloLens 2. Fuente: (Bohn, 2019).	24
<i>Figura 13.</i> Pasos para la creación de Simba de cachorro. Fuente: (Animation Boss, 2019).	25
<i>Figura 14.</i> Continuo R-V con ejemplos del mundo físico, un objeto virtual en un mundo físico, un objeto físico en un mundo virtual y un mundo totalmente virtual de izquierda a derecha respectivamente. Fuente: (Hughes & Stapleton, 2005) y Autor.....	30
<i>Figura 15.</i> ARCore y ARKit instalados en teléfonos desde el 2017 y perspectiva al 2022. Fuente: (Boland, 2018).	32
<i>Figura 16.</i> LEGO AR City. Fuente: (Newsroom, 2018).	32
<i>Figura 17.</i> Aplicación AR de IKEA. Fuente: (Ayoubi, 2017).	33
<i>Figura 18.</i> Sistema de navegación indoor con AR. Fuente: (Neges, Koch, König, & Abramovici, 2017).....	34
<i>Figura 19.</i> Asistente remoto automatizado con AR. Fuente: (Maw, 2017).	37
<i>Figura 20.</i> Idea Genesis G80 con WayRay AR. Fuente: (Patrascu, 2019).....	37
<i>Figura 21.</i> Representación simbólica de actor. Fuente: Autor.....	39

Figura 22. Representación simbólica de caso de uso. Fuente: Autor.....39

Figura 23. Modelo de Casos de Uso. Fuente: Autor.53

Figura 24. Modelo de Arquitectura del sistema. Fuente: Autor.....59

Figura 25. Características de la instancia. Fuente: Autor.60

Figura 26. Puertos habilitados de la instancia. Fuente: Autor.60

Figura 27. Direcciones IPv4, ID y estado de la instancia en EC2. Fuente: Autor.61

Figura 28. Contenido del git "docker-prestashop-boilerplate". Fuente: Autor.....61

Figura 29. Contenido archivo "Dockerfile". Fuente: Autor.....62

Figura 30. Contenido archivo "presta.conf". Fuente: Autor.62

Figura 31. Contenido archivo "docker-compose-ps.yml". Fuente: Autor.....63

Figura 32. Información general de las imágenes creadas de Docker. Fuente: Autor.....64

Figura 33. Asistente de instalación de Presta Shop. Acá se aprecia un paso importante, donde se conecta la base de datos con los datos de usuario y contraseña dados en el paso de la figura 31. Fuente: Autor.....64

Figura 34. Código agregado al archivo creado “Product.php”. Fuente: Autor.....66

Figura 35. Código agregado al archivo "ProductInformation.php". Fuente: Autor.....66

Figura 36. Código 1 agregado al archivo "AdminModelAdapter.php". Fuente: Autor.67

Figura 37. Código 2 agregado al archivo "AdminModelAdapter.php". Fuente: Autor.67

Figura 38. Código 1 agregado al archivo "essentials.html.twig". Fuente: Autor.....68

Figura 39. Código 2 agregado al archivo "essentials.html.twig". Fuente: Autor.....68

Figura 40. Escenas del sistema creadas en Unity. Fuente: Autor.69

Figura 41. Script para llenar el catálogo. Fuente: Autor.....69

Figura 42. Script para consumir el API. Fuente: Autor.....70

Figura 43. Script de carga de logo. Fuente: Autor.70

Figura 44. Escena "Main". Fuente: Autor.....71

Figura 45. Escena "Detail". Fuente: Autor.71

Figura 46. Script para rescatar la información que se usó. Fuente: Autor.....72

Figura 47. Package ARCore. Fuente: Autor.72

Figura 48. Pantalla de carga al descargar un mueble. Fuente: Autor.....73

Figura 49. Etiquetado de los prefabs. Fuente: Autor.....73

Figura 50. Asset bundle en Amazon S3. Fuente: Autor.74

<i>Figura 51.</i> Portal administrativo de PrestaShop con el link del asset bundle. Fuente: Autor.....	74
<i>Figura 52.</i> Script de descarga del asset bundle. Fuente: Autor.....	75
<i>Figura 53.</i> Escena “Main” terminada con dos muebles posicionados. Fuente: Autor.	76
<i>Figura 54.</i> Verificación de usuarios. Fuente: Autor.	77
<i>Figura 55.</i> Script de creación de usuarios. Fuente: Autor.....	77
<i>Figura 56.</i> Función para validar el password, notar que se hace uso de BCrypt. Fuente: Autor..	77
<i>Figura 57.</i> Pestañas para administrar una instancia en Amazon EC2. Fuente: Autor.....	78
<i>Figura 58.</i> Uso de CPU de la instancia donde se ve el pico de descarga/instalación del git (violeta), pico de bug (rojo) y pico de consumo del servicio por usuarios (verde). Fuente: Autor.....	79
<i>Figura 59.</i> Comprobación de estado no superada (cualquiera), se nota un alce en el momento que se dio un bug. Fuente: Autor.	79
<i>Figura 60.</i> Comprobación de estado no superada (instancia), se nota un alce en el momento que se dio el bug. Fuente: Autor.....	79
<i>Figura 61.</i> Comprobación de estado no superada (sistema), no se presentó ningún problema en ninguna comprobación. Fuente: Autor.....	80
<i>Figura 62.</i> Flujo de datos de entrada a la instancia en bytes, con dos picos que muestran la descarga del git (violeta). Fuente: Autor.	80
<i>Figura 63.</i> Salida de red en bytes, varios picos (verde) corresponden con picos del consumo del CPU. Fuente: Autor.....	81
<i>Figura 64.</i> Paquetes de entrada de red. Fuente: Autor.....	81
<i>Figura 65.</i> Paquetes de salida de red. Fuente: Autor.	82
<i>Figura 66.</i> Página principal de la página web. Fuente: Autor.....	82
<i>Figura 67.</i> Página de muestra de producto. Fuente: Autor.	83
<i>Figura 68.</i> Página de carrito de compras. Fuente: Autor.	83
<i>Figura 69.</i> Pagina administrar productos. Fuente: Autor.....	84
<i>Figura 70.</i> Página para agregar un producto. Fuente: Autor.....	85
<i>Figura 71.</i> Pantalla de Google Play en caso de usar un dispositivo incompatible (izquierda) y uno compatible (derecha). Fuente: Autor.....	86
<i>Figura 72.</i> Pantalla de Sign Up con una notificación para el usuario. Fuente: Autor.	87
<i>Figura 73.</i> Interfaz de la pantalla AR con una malla representando la detección del plano. Fuente: Autor.....	87

<i>Figura 74.</i> Interfaz de la pantalla AR con malla (izquierda) y con la malla oculta (derecha). Fuente: Autor.....	88
<i>Figura 75.</i> Función compartir escena de AR. Fuente: Autor.	89
<i>Figura 76.</i> Pantalla de Inicio.	101
<i>Figura 77.</i> Pantalla de registro.	102
<i>Figura 78.</i> Pantalla de catálogo.	103
<i>Figura 79.</i> Pantalla de producto.	104
<i>Figura 80.</i> Pantalla de carga de producto.....	105
<i>Figura 81.</i> Documento de aceptación de la Pasantía.	106
<i>Figura 82.</i> Vista de usuario de la aplicación en GooglePlay.	107
<i>Figura 83.</i> Panel del propietario en GooglePlay.	107
<i>Figura 84.</i> Lectura de disco en bytes. Fuente: Autor.....	112
<i>Figura 85.</i> Operaciones de lectura de disco. Fuente: Autor.....	113
<i>Figura 86.</i> Escrituras de disco. Fuente: Autor.....	113
<i>Figura 87.</i> Operaciones de escritura de disco. Fuente: Autor.	113
<i>Figura 88.</i> Uso de créditos de CPU. Fuente: Autor.....	113
<i>Figura 89.</i> Saldo de créditos de CPU. Fuente: Autor.	114

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Diseño Interfaz.....	101
Anexo 2 Documento de Aceptación	105
Anexo 3 Aplicación en Palay Store	106
Anexo 4 Documento de Evaluación de Aplicación	107
Anexo 5 Otros Monitoreos Ofrecidos por Amazon AWS	112

ÍNDICE DE ABREVIACIONES

AI	Artificial Intelligence
API	Application Programming Interface
AR	Augmented Reality
AWS	Amazon Web Services
BARS	Battlefield Augmented Reality System
CMOS	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor
CMS	Content Management System
COVID	Coronavirus Disease
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones
CSS	Cascading Style Sheets
DB	Database
DKIM	Domain Keys Identified Mail
FTP	File Transfer Protocol
HIT	Human Interface Technology
HMD	Head-Mounted Display
HTML	Hyper Text Markup Language
iOS	Iphone Operative System
IP	Internet Protocol
KARMA	Knowledgebased Augmented Reality for Maintenance Assistance
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OS	Operating System
PDA	Personal Digital Assistant
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor

PIB	Producto Interno Bruto
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
URL	Uniform Resource Locator
VR	Virtual Reality
REST	Representational State Transfer
SDK	Software Development Kit
SQL	Structured Query Language
SPF	Sender Policy Framework
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TT	Trending Topic

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

ID Identificación

RESUMEN

Este trabajo reporta el estado del arte de las diferentes tecnologías que llevaron al desarrollo de la realidad aumentada y actuales innovaciones, así como el desarrollo de una aplicación de realidad aumentada que le permite al usuario interactuar con objetos de muebles virtuales simulando un amoblado a escala real en una superficie deseada, esto en conjunto con una página web.

El estudio del estado del arte muestra como desde referencias de la imaginación de unos pocos autores a estrambóticos dispositivos diseñados para tratar de simular una experiencia completa de inmersión, la AR tuvo un inicio muy idílico y del cual muy pocos inversores dieron cuenta real de los visionarios que se atrevieron a apostar por el desarrollo de esta tecnología con una traza en estas épocas casi desapercibida y adelantada para ese entonces. Sin embargo, hoy en día está experimentando un apogeo en diferentes campos de la industria (Makarov, 2020), beneficiándose aún más del cambio de paradigma actual en el que se ve envuelto el mundo con el brote de COVID-19.

El desarrollo de la aplicación de realidad aumentada para simular la visualización de mobiliaria frente a un entorno real de una habitación demostró como desde un dispositivo móvil con las características necesarias, se puede tener una perspectiva previa de un catálogo de productos antes de decidir una compra, y sobre todo, el obviar la presencialidad en cualquier punto físico de venta evitando así el desplazamiento, la interacción directa con el vendedor y el aglomeramiento de clientes, puntos que son vitales a tratar en estos tiempos de pandemia.

ABSTRACT

This work reports the state of the art of the different technologies that led to the development of augmented reality and current innovations, as well as the development of an augmented reality applications that allows the user to interact with virtual furniture objects, simulating furniture to scale real on a desired surface

The study of the state of the art shows how from references of the imagination of a few authors to bizarre devices designed to try to simulate a complete immersion experience, the AR had a very idyllic beginning and of which very few investors gave real account of the visionaries who dared to bet on the development of this technology with a trace in these times almost unnoticed and advanced by that time. However, today it is experiencing a peak in different fields of the industry (Makarov, 2020), benefiting even more from the current paradigm shift in which the world is engulfed with the COVID-19 outbreak.

The development of the augmented reality application to simulate the visualization of furniture in front of a real environment of a room showed how from a mobile device with the necessary characteristics, you can have a preliminary perspective of a product catalog before deciding on a purchase, and above all, obviating presence at any physical point of sale, to avoiding displacement, direct interaction with the seller and crowding of customers, points that are vital to deal with in these times of pandemic.

INTRODUCCION

Ya desde hace varios años la humanidad fantaseaba con dispositivos tecnológicos/mágicos, que violaban las leyes físicas o por lo menos desafiaban todo cuanto se consideraba lógico y racional, uno de estos aparatos, que en aquel entonces parecía onírico, era el de realidad aumentada, el cual permitía entrar en una realidad alterna, oculta ante los sentidos, o simplemente entregarse a una simulación que recreaba parcial o totalmente realidades ficticias. Por lo anterior, se puede constatar si se ve la literatura de la época, narrativas escritas como: “The Man Who Awoke” de Laurence Manning, un mundo donde las personas piden conectarse a maquinas que estimulan sus sentidos mediante impulsos eléctricos y de esta manera viven una simulación elegida por ellos (Manning, 1933), “The Hacker and the Ants” de Rudy Rucker, una novela donde un programador se vale de la realidad virtual para el diseño de robots (Rucker, 1994) o “Otherland” de Tad Williams, una historia que nos ubica en el año 2070 en un mundo conectado mediante internet el cual es accesible a través de la realidad virtual (Williams, 1996). Inclusive hoy en día la cultura popular del cine está plagada de referencias de personas conectadas a universos virtuales mediante maquinas futuristas que los hacen vivir una realidad programada, ya sea a voluntad o no, como en el caso de la película “Ready Player One” dirigida por Steven Spielberg (Spielberg, 2018) y basada en la novela del mismo nombre escrita por Ernest Cline (Cline, 2011).

La fantasía impresa en estas historias se hace realidad con cada día que pasa, el crecimiento tecnológico se desarrolla a un ritmo exponencial ideando cambios tan rápidos y fortuitos que la ficción se hace un hecho en cada casa y cada empresa, sin embargo, las organizaciones se mueven con una velocidad de cambio lineal, es decir, son reacias a la adaptación (Ochoa, 2016) y esto evidentemente no es ajeno a Colombia donde aún no hay una cultura que entienda que el crecimiento económico viene de la mano del desarrollo social (Rojas Rojas & Jiménez Ricaurte,

2019). Y solo las empresas que invierten y se adaptan a estas nuevas TIC, logran destacar entre la competencia disolviendo fronteras en aspectos tanto sociales, económicos, geográficos y políticos (Díaz Aparicio, 2019; Yenny & Facundo, 2018; Trujillo, 2018).

Para los clientes el cambio tecnológico no es ajeno en ningún aspecto, influyendo en sus propias tendencias en cuestión de comercio (compra, venta, consumo y manejo). Es así, como el e-commerce ha llegado a triplicarse en Latinoamérica en los últimos 11 años (Bejarano Nicho, Marcos Mendoza, Pezo Mallcco, & Villanueva Enrique, 2020) y en regiones más específicas como Colombia paso de representar el 2.19% del PIB en el 2013 al 4.08% para el 2015, siendo 56% realizadas mediante tarjetas de crédito y 44% por débito (CRC, 2017), todo esto a pesar de barreras para el desarrollo del e-commerce identificadas por la UNCTAD como son: Barreras Socioculturales, Barreras Cognitivas, Barreras Económicas y Tecnológicas y Barreras Regulatorias (UNCTAD, 2015). Estas últimas están siendo superadas en Colombia gracias a diferentes regulaciones legales y sociales, las cuales, representan un gran avance debido a que las costumbres de comercio en antaño involucraban poder sentir y examinar el producto con las manos, además de ver al comprador cara a cara al momento de negociar, ahora la confianza se deposita más en comentarios de otros compradores y calificaciones cuantitativas del producto y el vendedor, sumado a esto, en Colombia se reglamentaron aspectos del e-commerce a través de la ley 527 de 1999, la cual define y regula el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y las firmas digitales y la ley 1480 de 2011 mediante la cual se expide el Estatuto del Consumidor, reconociendo el e-commerce como mediador, cimentando de igual manera la confianza entre proveedor-consumidor (Correa Wachter, Cardona Acosta, Galviz Cataño, Caycedo Sánchez, & Ramírez, 2019).

Evaluando todo lo anteriormente descrito, Ide@soft incentiva a sus clientes a ser pioneros en innovar en sus métodos de negociación con ecommerce, ya que, este representa una enorme oportunidad para el crecimiento de sus negocios (Puerto Velásquez, 2019). El desarrollo de catálogos en línea, sumado a pasarelas de pago que garanticen una alta seguridad en el manejo de los datos de tanto los usuarios como de los vendedores o la implementación de los avances en realidad aumentada aprovechando el gran desarrollo móvil y su proliferación en la sociedad; son solo unos de los ejemplos que se pueden nombrar acerca de las soluciones que Ide@soft ofrece a sus clientes para que puedan adaptarse a esta creciente ola tecnológica de comercio digital.

El presente trabajo contempla la elaboración de una simulación de interacción de productos, para la adquisición de muebles, mediante una estrategia de marketing con realidad aumentada como proyecto de la empresa de desarrollo de software Ide@soft para una compañía de venta de mueblería, con el fin de darle un valor agregado e innovar en el modelo de negocio de la misma trayendo nuevas tecnologías y así aumentar su competitividad en el mercado. Como verum de este documento, se da a conocer el desarrollo histórico que encauzó todo el desarrollo de software y hardware a el contexto de la realidad aumentada que vivimos hoy en día. La toma de requisitos y el modelado de los casos de uso a partir de los mismos para entender el funcionamiento del sistema y como va a ser su interacción con los posibles usuarios. Posteriormente se realizó el diseño de una arquitectura sustentable y eficiente para los objetivos planteados, implementando de esta manera como CMS PrestaShop, ya que brinda una usabilidad, eficiencia, funcionalidad y portabilidad idóneas para el proyecto. Así mismo, se optó por el uso de Unity para la programación de la aplicación por su fácil uso y sobre todo porque se puede trabajar en conjunto con ARCore. Para la parte de DB y del servidor, se trabajaron dos plataformas diferentes, Azure y AWS, con el

mismo OS Ubuntu. El trabajo concluye al implementar con éxito en un dispositivo móvil la aplicación de AR y la página web con los requisitos especificados.

Este documento está dividido en los siguientes capítulos. En el primero se aborda la teoría básica para poder entender el concepto de la realidad aumentada, explicando su etimología, las diferencias con su hermana la VR, que es de ella en la actualidad y algunas aplicaciones. El segundo capítulo presenta el proceso realizado para el diseño y desarrollo del aplicativo, la página web y la base de datos a través de software como Unity y servicios como PrestaShop; así mismo se realiza una breve descripción de los diferentes pasos utilizados para diseñar y estructurar la funcionalidad del sistema.

El tercer capítulo reúne los resultados obtenidos; la base de datos operando, la página web y la aplicación de realidad aumentada con el catálogo de inmobiliaria suficiente para realizar pruebas y demostrar su funcionamiento. Seguido del tercer capítulo se encuentran las conclusiones deducidas a partir de los resultados obtenidos y de las discusiones presentadas al analizar cada una de las secciones del capítulo de resultados.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales impulsores de estos cambios en el comportamiento de compra multicanal y, en consecuencia, también en la optimización de las tácticas de marketing del comprador, es la tecnología (Shankar, Inman, Mantrala, Kelley, & Rizley, 2011). La tecnología siempre ha desempeñado un papel como el habilitador principal del cambio en la evolución del comercio minorista (Hopping, 2000).

Si bien las ventas minoristas en línea aún representan una minoría de las ventas totales en todos los canales, sus tasas de crecimiento superan en gran medida las de las tiendas físicas, año tras año (Evans, Murray, & Schmalensee, 2016). De hecho, como Bodhani (Bodhani, 2012) sugiere '[...]' en lugar de disminuir la experiencia de compra tradicional, las técnicas que han sido propiedad exclusiva de la tienda en línea ahora están informando en cierta medida la nueva tecnología de venta minorista en la tienda'. En este sentido, Pantano y Timmermans introdujeron el concepto de "venta minorista inteligente", en referencia al uso de la tecnología en el comercio minorista para mejorar la calidad de las experiencias de compra. En este escenario de venta minorista inteligente, las tecnologías se consideran como "[...] habilitadores de innovación y mejoras en la calidad de vida de los consumidores" (Pantano & Timmermans, 2014). O cómo una infusión digital en el comercio minorista físico puede funcionar bien, cambiando las tiendas minoristas de la vieja escuela de 'apagado' a 'encendido'.

Dado que la tecnología en el comercio minorista es y debe seguir siendo un medio para un fin en lugar de un fin en sí mismo, el objetivo más importante de esta propuesta de grado es agregar a este inventario en términos de **¿Cómo las tecnologías como la realidad aumentada, implican**

un potencial para aumentar la experiencia de compra y, finalmente, también la línea de fondo del minorista?

OBJETIVOS

a) OBJETIVO GENERAL

Simular la experiencia real de integración con productos para la adquisición de muebles mediante una estrategia de marketing con realidad aumentada.

b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar el estado del arte de las diferentes tecnologías de realidad aumentada que intervienen en la creación de la aplicación.
- Realizar un diagnóstico que permita identificar el entorno de las aplicaciones móviles para los productos sobre muebles.
- Diseño de una interfaz intuitiva para facilitar el uso de aplicación y la interacción de los usuarios con el entorno.
- Desarrollar la aplicación de realidad aumentada que permita interactuar con los muebles haciendo uso del motor de desarrollo Unity con el SDK ARCore.
- Integrar la aplicación de realidad aumentada con la interfaz de programación de aplicaciones API REST de venta de productos online.
- Evaluar el correcto funcionamiento de la aplicación mediante pruebas piloto.

JUSTIFICACION

Al entrar a una tienda un cliente puede pasar medio día, recorriendo cada pasillo en busca de muebles, hasta encontrar los diseños, tamaños y colores, que se ajusten a sus gustos y a su presupuesto. Tomar la decisión de compra, comprende cientos de actividades como: consultar imágenes en Google o Pinterest, seleccionarlas, armar un collage en la mente con lo deseado, visitar varias tiendas, comparar precios, y conversar con asesores de ventas, quienes colaboran para aclarar todas las dudas. Sin embargo, realizar la compra puede durar horas, días, e incluso meses (Howard, Dhruv, & Raymond , 1992).

El comercio electrónico y el comercio tradicional son canales que se complementan entre sí, para satisfacer las necesidades de los compradores (Zhang, Zhu, & Ye, 2016), y mejorar los tiempos de decisión para realizar una compra. Por su parte, uno de los desafíos más grandes del comercio electrónico se encuentra en simular la experiencia real de un producto o un entorno real (Beck & Crié, 2018; Krevelen & Poelman, 2010).

Una alternativa es la realidad aumentada (AR), la cual brinda una interfaz intuitiva que relaciona elementos multimedia con el entorno, consistente con la forma en que los consumidores procesan la información, proporcionando una experiencia de compra en línea más efectiva y agradable (Huang & Liao , 2015), es así, como esta práctica plantea construir una aplicación en realidad aumentada que logre ofrecer una idea más clara a clientes de cómo se verá cada mueble en cualquier espacio, conociendo las dimensiones, los colores, y el costo de los muebles seleccionados.

ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Ide@soft es una empresa boyacense que ofrece soluciones tecnológicas a sus clientes, como Software a la medida, páginas web, Aplicaciones de Realidad aumentada, asesoría tecnológica entre otros. Al ser Ide@soft una empresa que busca innovar con sus productos, ha dispuesto incursionar en el campo del desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada, por ser este un nicho de mercado poco explorado a nivel nacional. A escala internacional las principales plataformas de comercio electrónico en China han invertido en el desarrollo de AR. Por ejemplo, Alibaba invirtió más de \$ 200 millones en 2016; JingDong estableció laboratorios AR y de realidad virtual a principios de 2016 y ahora tiene algunas líneas de productos AR.

Desde el año 2019 se ha venido investigando, en primera medida, que es realidad aumentada, la cual, es la tecnología que, por medio de la combinación en tiempo real, del entorno con elementos multimedia, animaciones 2d, 3d, sonidos y video; busca lograr una interacción con el usuario, de tal manera, que este perciba el producto de manera más cercana. Las habilidades y equipos necesarios para llevar a cabo un desarrollo de manera satisfactoria son muy variadas, según Jon Peddie (Peddie, 2017) las habilidades que se deben tener conocimientos en manejo de cámara, audio, interfaces, geometría y trigonometría, desarrollo, conocimiento en métodos de posicionamiento, físicas, además de poseer los equipos necesarios con buenas prestaciones para que soporten el desarrollo de manera adecuada.

Si se habla de los recursos utilizados para este tipo de desarrollos se encuentran herramientas como ARCore, un SDK que combinado con un motor de desarrollo como Unity (2017.4.34f1 o superior), en este caso, permite explorar y aprender de manera exponencial, como crear las primeras experiencias para esta tecnología. entre los ejemplos que nos brinda el SDK ARCore se

encuentra Augmented Faces, que por medio de reconocimiento facial posiciona objetos en el rostro del usuario; Cloud Anchors, da la posibilidad de que dos dispositivos diferentes interactúen con un mismo objeto virtual; Augmented Image, reconoce imágenes y permite crear interacciones con ellas; Object manipulation, uno de los más usados, instancia objetos sobre las superficies que detecta y da opciones como escalar, rotar o mover. A nivel de Hardware se requiere tener dispositivos android compatibles (Android 7.0 - API level 24 o superior) y equipos de cómputo que dispongan de aceleradora gráfica.

Hoy en día Ide@soft ya dispone de todos estos elementos y conceptos relacionados anteriormente, por consiguiente, busca dar el siguiente paso y desarrollar un producto que sea totalmente funcional agregar a su portafolio. Se eligió un mercado que pudiera ser compatible con esta tecnología, la venta de muebles por catálogo, de aquí surge la necesidad de crear la aplicación que permita a sus usuarios ver los diferentes muebles y ubicarlos en el espacio que deseen, para así determinar si realizan la compra o no.

ORIGEN DE LA REALIDAD AUMENTADA

Los inicios de la realidad aumentada se pueden seguirse desde lo que se considera su primera mención en el libro “La llave maestra” del escritor Frank Baum (también escritor del famoso libro de “El Mago de Oz”) en 1901. Acá Baum habla de cómo un demonio le explica a ‘Rob’, un personaje de esta historia, lo siguiente:

“(...) para que puedas juzgar a todos tus semejantes con verdad, y saber de quién depender, te doy el ‘Marcador de Carácter’. Este consiste en este par de gafas. Mientras las estés usando todos los que te encuentres serán marcados sobre la frente con una carta que indica su carácter (...)” (Baum, 1901).

Se puede observar que a pesar de no hacer una mención directa a la “Realidad Aumentada”, este “Marcador de Carácter” describe el funcionamiento de un dispositivo de realidad aumentada en la actualidad, superponiendo imágenes virtuales como las “cartas” sobre la frente de las personas las cuales solo pueden ser vistas por el que usa las gafas. Pero claro, todo esto no era más que un dispositivo mágico y fantástico escrito en una novela de ciencia ficción. El primer intento de desarrollar un verdadero dispositivo inmersivo de realidad virtual fuera de cualquier libro, marcando un inicio en tanto el campo de lo que hoy se conoce como realidad virtual como el campo que se conoce como realidad aumentada, fue el dispositivo llamado “Sensorama” diseñado por el cinematógrafo Morton Heiling Built alrededor del año 1955 en su escrito “The Cinema of the Future”. En este Baum habla del cine/teatro como una actividad que tendría la capacidad de atraer a el espectador al contexto de lo que se muestra, captando todos sus sentidos de una manera efectiva. Sin embargo, no fue sino hasta siete años después de aquel escrito que en el año 1962 Baum construyó un prototipo funcional de su visión del “Sensorama”, el cual se puede apreciar en

la Figura 1. Aquel prototipo mostraba una pantalla estereoscópica 3-D con imágenes de gran ángulo acompañada de sonido estéreo, pistas para la energía eólica y olores que se activaban en determinados momentos del metraje, muy a pesar de haber construido este prototipo Heiling no consiguió financiar su idea (Carmigniani & Furht, 2011).

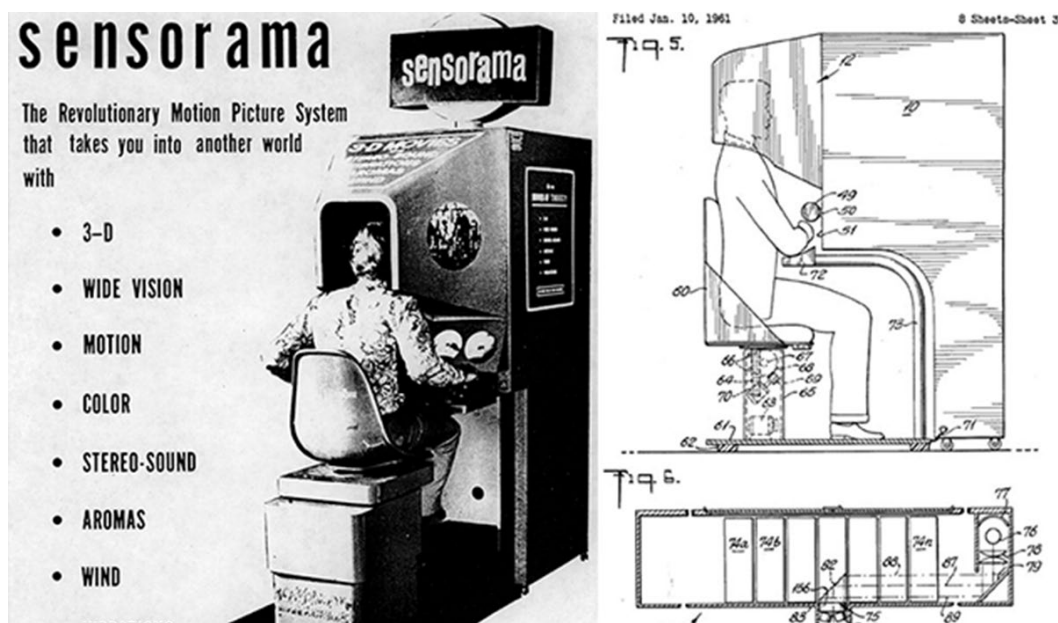


Figura 1. Poster promocional del "Sensorama" a la izquierda y una imagen de su patente a la derecha. Fuente: (Motte, 2018).

El desarrollo de Baum estaba acorde a la época y a los recursos que él disponía, pero para los años 1965 y 1966 la idea de un dispositivo del tamaño de una cabina fotográfica que les brindara una experiencia “inmersiva” se hacía cada vez menos atractiva, es por eso que el paso siguiente era alcanzar un buen nivel de portabilidad o por lo menos acercarse a algo parecido, dicha idea llamó la atención de los laboratorios Lincoln del MIT donde el ingeniero en gráficos computacionales Ivan Sutherland y su equipo realizaron los primeros estudios para diseñar pantallas que se podían poner sobre la cabeza; eran experimentos de pantallas transparentes montadas en la cabeza (HDM) para mostrar gráficos en 3-D (Sutherland, The Ultimate Display, 1965). La idea del equipo del laboratorio Lincoln duró en pruebas hasta 1968, año en el que se

desarrolló por primera vez realidad aumentada usando dispositivos montados en la cabeza con pantallas transparentes como se ve en la Figura 2. Curiosamente los investigadores llamaron a este artefacto “The Sword of Damocles” y fue el primer paso para que la implementación de la realidad aumentada fuera una realidad (Sutherland, A head-mounted three dimensional display*, 1968).

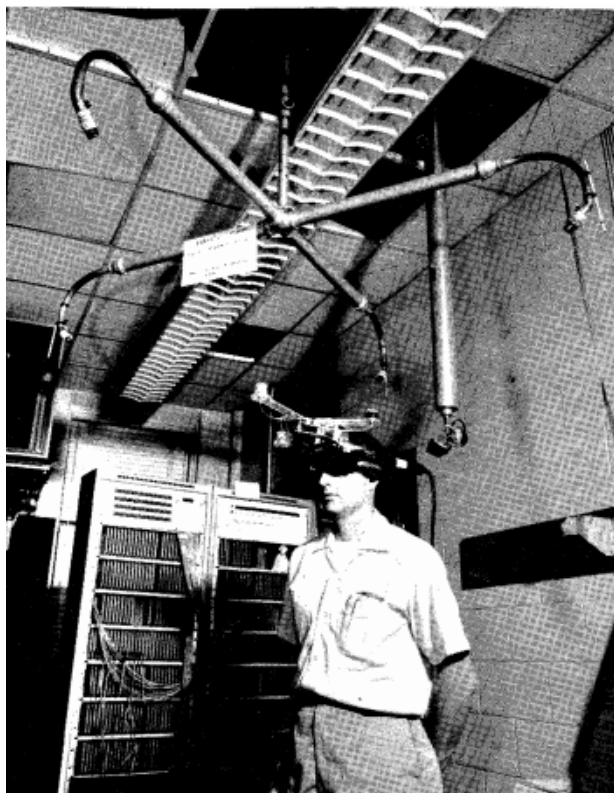


Figura 2. Prueba de funcionamiento de “The Sword of Damocles”.

Fuente: (Sutherland, A head-mounted three dimensional display*, 1968).

“The Sword of Damocles” era un enorme paso adelante para características como la portabilidad y la implementación de pantallas transparentes, pero el usuario era un simple espectador y no podía interactuar con lo que veía a través de las pantallas. El siguiente nivel llegó siete años después con “Videoplace” por Myron Krueger, quien lo define como “un entorno conceptual, sin existencia”; “Videoplace” era un cuarto donde los usuarios podían interactuar con objetos virtuales, el espacio era monitoreado y controlado por una computadora que tenía control

en las imágenes propuestas a los participantes y los objetos en la escena gráfica, la computadora extraía y seguía las siluetas de los usuarios por medio de cámaras y las proyectaba en una pantalla, de esta manera coordinaba el movimiento de algún objeto gráfico con las acciones que pudiese realizar el usuario como se puede ver en la Figura 3. Cabe aclarar que en ese año solo se presentó una versión preliminar en el Centro de Arte de Milwaukee y en 1977 se presentó una versión más completa (Krueger, 1977).



Figura 3. Muestra de funcionamiento de "Videoplace". Fuente: (Lee & Hyung, 2014).

En los 80's se dieron cuatro investigaciones relevantes para el avance de realidad aumentada. Las dos primeras surgieron en el año 1980, donde un grupo de científicos de la Fuerza Aérea Armstrong, el Centro de Investigación Ames de la NASA, el Instituto de Tecnología de Massachusetts y la Universidad del Norte de California continuaron el trabajo expuesto en "The Sword of Damocles" de Sutherland descrito anteriormente (Krevelen & Poelman, 2010), mientras que el otro suceso fue protagonizado por Galvan Lintern quien publica el primer artículo que muestra las ventajas de la visualización head-up con propósitos de enseñanza de vuelo para pilotos (Lintern, Roscoe, & Sivier, 1990). La tercera investigación llegó a la televisión en vivo gracias a

Dan Reitan quien desarrolla RADAR en 1982; este fue el primer sistema interactivo AR para la televisión que podía crear videos de estaciones climáticas (Pandey, Maurya, Prajapati, Pandey, & Nagve, 2020). El último estudio destacable en estos diez años fue en 1987 donde George Douglas y Robert Morris desarrollan un prototipo funcional de un telescopio astronómico que superpone sobre la vista actual del cielo visualizaciones de diversas imágenes como: estrellas de múltiples intensidades, cuerpos celestes y demás información relevante, todo sobre el ocular del mismo telescopio (George & Morris, 1989) cómo se puede ver en la Figura 4. Como un dato interesante durante este tiempo dispositivos como el Sony Walkman, los relojes digitales y los organizadores digitales personales fueron introducidos, esto es muy relevante puesto que son los inicios de una electrónica portátil y sustentable.



Figura 4. Pléiades con coordenadas superpuestas. Fuente: (George & Morris, 1989).

Ya en la década de los 90's se empezó a formalizar el camino que distinguiría a la realidad aumentada como una tecnología reconocida en el campo computacional, didáctico, económico y recreativo. Todo comenzando por la acuñación del término "Realidad Aumentada" por parte de la compañía Boeing donde Thomas P. Caudell logra desarrollar un sistema en 1992 para ayudar a los

trabajadores de la aerolínea a ensamblar e instalar los cableados de los aeroplanos mostrándoles una guía en gafas con pantallas (Caudell & Mizell, 1992). En el mismo año fue demostrada su gran utilidad, esto con el primer sistema funcional de AR que consistía en un exoesqueleto y un visor que componían el espacio del operador, y un brazo robótico con una cámara que componían el entorno remoto como se muestran en la Figura 5; el brazo robótico era manejado por un usuario a través del exoesqueleto que restringía los movimientos del usuario para que este fuera más preciso, el sistema llevado a cabo por L.B. Rosenberg fue llamado Virtual Fixtures (Rosenberg, 1992), para agregar a este año Seven Feiner, Blair Macintyre y Doree Seligmann presentaron el mayor artículo de un prototipo de un sistema de realidad aumentada llamado KARMA (Feiner, Macintyre, & Sellgmann, 1993).

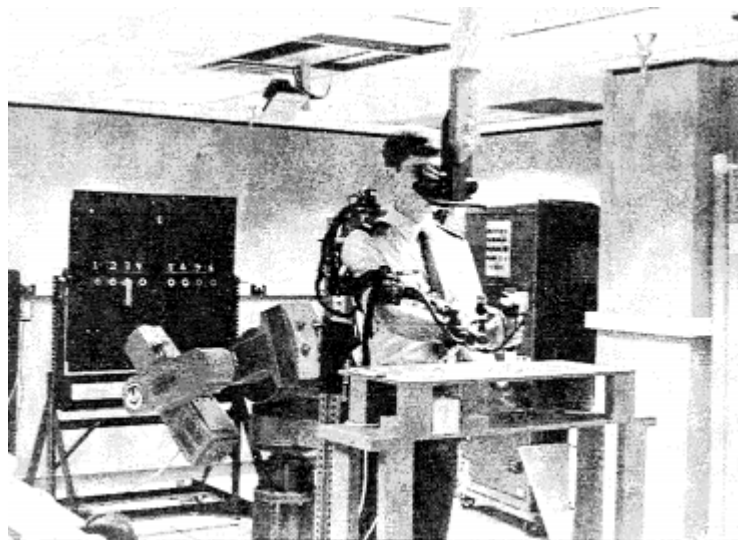


Figura 5. Sistema completo de Virtual Fixtures. Fuente: (Rosenberg, 1992).

Los avances en AR estaban siendo obstaculizados por las limitaciones electrónicas de la época y se necesitaban componentes más potentes que llevaran la realidad aumentada más allá, es por eso que todo cambió cuando en el laboratorio de propulsión de la NASA creó el sensor de pixel activo CMOS; un tipo de sensor de imágenes semiconductor hecho de óxido de metal (MOS)

(Fossum, 1993) que sería rápidamente para aplicaciones de seguimiento óptico en tecnología AR (Schmalstieg & Hollerer, 2016). Al mismo tiempo la NASA colaboro con otro proyecto, pero esta vez relacionado con basura espacial en el cual, y con la ayuda de la AR, se pudieron identificar desechos espaciales a través del Rockwell WorldView sobreponiendo las trayectorias graficas de los satélites en un video en vivo de un telescopio, el encargado de esta idea fue Mike Abernathy. (Houchard, y otros, 1994). Como último estudio de este año Loral WDL con el patrocinio STRICOM, realizo la primera demostración combinando vehículos equipados con AR en vivo y simuladores tripulados (Mellado, 2011).

Al año siguiente en 1994 se usa la realidad aumentada en dos campos diferentes, una enfocada en el medio de la entretención y otra en desde un punto de vista más vehicular. En la primera Julie Martin junto al concejo de artes australiana crea la primera producción teatral de realidad aumentada llamada “Dancing in Cyberspace”; una obra compuesta por bailarines y acróbatas que eran capaces de manipular objetos virtuales de cuerpo completo en tiempo real, proyectando en el mismo espacio y plano de actuación. Esta instalación usaba computadoras de Silicon Graphics y el sistema de detección Polohemus (Singh, 2012). Entre tanto, en el ámbito vehicular Revela de la universidad de Massachusetts introduce un sistema basado en visión usando cámaras monoculares para seguir objetos (bloques de motores) a través de vistas para la realidad aumentada, de esta manera permite planificar rutas (como se ve en la Figura 6) que no son visibles desde el objetivo utilizando un mapa de terreno reconstruido y preciso (Ravela, y otros, 1994).

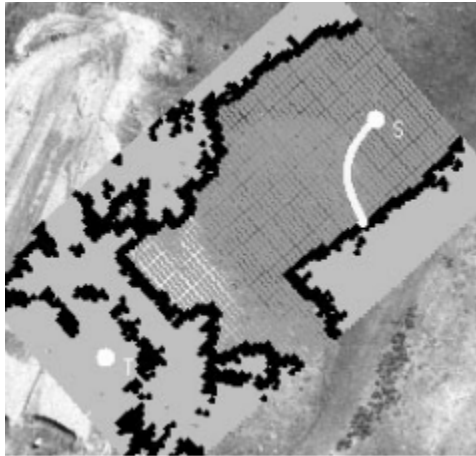


Figura 6. Planificación de una ruta desde 'S' hasta la ubicación final. Fuente: **(Ravela, y otros, 1994)**.

En el lapso que comprenden los años 1997 y 1998 se da la primera definición de realidad aumentada por Azuma la cual fue ampliamente aceptada por la comunidad científica (Azuma, 1997); en ella argumenta que la realidad aumentada es una variación de la realidad virtual donde al usuario se le permite ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos o compuestos con este (esta definición se desarrollara más adelante en este mismo documento), y se introduce la realidad aumentada espacial en la Universidad del Norte de California por Ramesh Raskar (Behringer, Klinker, & Mizell, *Augmented Reality: Placing Artificial Objects in Real Scenes*, 1999).

Terminando la década se dieron múltiples avances que involucran el campo armamentístico y otro, que destaca entre los demás en este año, por su gran impacto al desarrollo de AR fomentando que programadores independientes pudieran hacer uso de esta herramienta. Uno de ellos sucedió en el campo de pruebas del ejército de los Estados Unidos la Army Yuma Proving Ground por Frank Delgado, Mike Avernathy y sus colaboradores donde ellos reportaron una prueba de vuelo exitosa de la superposición de mapas de video del software LandForm desde un helicóptero; el video estaba superpuesto con pistas, calles de rodaje y carreteras con sus nombres (Delgado,

Altman, Abernathy, & White, 2000). Otro avance que involucro el software LandForm fue acerca del NASA X-38 que voló usando superposiciones de mapas de video dicho software en Dryden Flight Research Center (Delgado, Abernathy, White, & Lowrey, 1999). Por otra parte, el laboratorio de investigación naval de Estados Unidos participaba en un programa de investigación desde hace una década llamado Battlefield Augmented Reality System (BARS) para crear un prototipo de algunos de los primeros sistemas portátiles para soldados desmontados que operan en entornos urbanos para concienciación y formación de situaciones (Julier, Baillot, Lanzagorta, Brown, & Rosenblum, 2000). Finalmente, el avance que se puede considerar el más relevante fue el desarrollo de ARToolkit por Hirokazu Kato del Instituto de Ciencia y Tecnología de la Nasa; ARToolkit es un software de código abierto para desarrollar aplicaciones de AR (Kato, 1999).

Para dar inicio al nuevo milenio hay que decir que a finales de los 90's se aprendió que estas tecnologías tenían un enorme potencial y podían llevarse mucho más allá del uso militar, espacial e industrial, a un ámbito más próximo a cada usuario, siendo el pie de partida para esto 3 trabajos claves en el año 2000: Primero, el centro de ciencias de Rockwell International hace una muestra de varios sistemas de realidad aumentada que no poseían cableado, además, recibían video análogo y audio en 3D a través de canales inalámbricos de radiofrecuencia y usaban un sistema de navegación al iré libre que superponía en tiempo real siluetas digitales del horizonte que eran extraídas de una base de datos del terreno en la escena al aire libre en vivo, lo que permitía la visualización del terreno oculto por las nubes y la niebla (Behringer, Tam, McGee, Sundareswaran, & Vassiliou, 2000). Segundo, ve la luz uno de los primeros juegos que se pueden considerar de realidad aumentada, además de ser la primera aplicación AR al aire libre, el ARQuake desarrollado usando HMD como se ve en la Figura 7, este tuvo una serie de problemas con el seguimiento y limitaciones del software de la época, incentivando al desarrollo del GPS y

de los códigos QR (Thomas, y otros, 2000). Y el tercero, se reconoce oficialmente por primera vez la realidad aumentada como una tecnología emergente, dándole un gran peso en trabajos de investigación en el campo informático (Julier & Bishop, Tracking: How Hard Can It Be?, 2002).

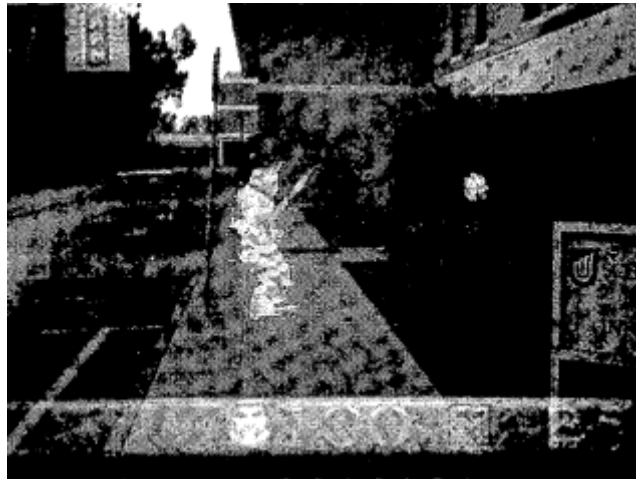


Figura 7. Vista blanco y negro desde las gafas de ARQuake.
Fuente: (Thomas, y otros, 2000).

En el año 2004, se realiza una demostración de un sistema de AR montado en un casco para exteriores por Trimble Navigation e HIT lab (Reitmayr & Schmalstieg, 2004), y se presenta el primer sistema portátil AR operado autónomamente desde un PDA por los investigadores Wagner y Schmalstieg (Wagner, Pintaric, & Schmalstieg, The Invisible Train: A Collaborative Handheld Augmented Reality Demonstrator, 2004), ambos trabajos son destacables por su colaboración a la portabilidad de la AR. En el año 2008, Wagner y su equipo crearon Studierstube Tacker, la cual es una librería soportada por diferentes tipos de mercados en telefonía móvil (Wagner, Langlotz, & Schmalstieg, Robust and Unobtrusive Marker Tracking on Mobile Phones, 2008), y a su vez se hace el lanzamiento de Wikitude AR Travel Guide junto con el celular G1 Android (Chapman, Riddle, & Merlo, 2009), dando una ayuda importante para que la AR estuviera implementada en todo smartphone, una demostración de este se puede ver en la Figura 9. Ya en el final de la década,

en el 2009, ARToolkit fue trasladado a Adobe Flash por Sagoosha, trayendo la realidad aumentada a los navegadores web (Koyama, 2009).



Figura 8. Demostración Wikitude AR Travel Guide. Fuente: **(Science and Technology, s.f).**

Un nuevo juego al aire libre nace en el 2012, Lytshot por Mark Ladd; esta era una plataforma interactiva de juegos que usaba realidad aumentada con teléfonos móviles y gafas inteligentes, a pesar de todo la página web no presentó ninguna actualización desde el año 2016 (Ladd, 2012). En los siguientes tres años se lanzan 2 dispositivos que revolucionan el mercado de los visores de realidad aumentada para el público ordinario, las Meta 1 y las HoloLens. Las Meta 1 (vistas en la Figura 9) desarrolladas por Meta en el 2013 eran un kit de desarrollo que consistía en un set de gafas portátiles casi del tamaño de unas gafas ordinarias con una cámara en la parte superior, los objetos digitales podían ser controlados por un sistema de seguimiento de dos manos 3D (Davies, 2013). Y las HoloLens (vistas en la Figura 10) como parte de Windows Holographic desarrolladas por Microsoft en el 2015; el visor utiliza varios sensores y una unidad procesadora para mezclar “hologramas” de alta definición con el mundo real (Ludlow, 2015).



Figura 9. META 1. Fuente: (Kurzweil, 2013).



Figura 10. HoloLens 1. Fuente: (Scrittura, 2017).

A lo largo de todos estos años de realidad aumentada nunca se logró un profundo acercamiento al público en general y a pesar de que avances como los HoloLens llegaron a manos de unos cuantos usuarios, la AR seguía siendo vista como una tecnología que solo unas cuantas personas podían tener o darle un uso verdadero. Esta manera de ver la AR cambió con el lanzamiento de un juego que se convertiría en uno de los más descargados desde el inicio de la Play Store y la App Store, el Pokémon Go. Lanzado por Niantic en el 2016 para iOS y Android; este videojuego hacía uso de la cámara del dispositivo para poder visualizar animaciones de objetos superpuestos en el video del mundo real, mientras que el usuario podía interactuar con estos a través de la pantalla táctil de su smartphone (Bond, 2016) cómo se puede apreciar en la Figura 11.



Figura 11. Misma escena de AR en Pokémon go desde dos diferentes ángulos A (picado frontal) y B (picado lateral). Fuente: Autor.

En los últimos tres años se dieron a conocer dos nuevos desarrollos importantes para la tecnología de realidad aumentada. El primero fue en el 2017, en él se anuncia el uso de la tecnología digital light field embebida en los visores Magic Leap One por Magic Leap; esta tecnología proyecta un campo de luz digital en el ojo del usuario (Lapowsky, 2015; Huet, 2015). Y el segundo ocurrió hace no más de un año, en el 2019 Microsoft anuncia HoloLens 2 visto en la Figura 12, siendo mejor que su antecesor en términos ergonómicos y de campo de visión (Terry, 2019).



Figura 12. HoloLens 2. Fuente: **(Bohn, 2019)**.

En este recorrido histórico a lo largo de toda la vida de la realidad aumentada, desde que nace hasta nuestros días, se puede observar como una tecnología que parecía algo que solo pertenece a los cuentos e historias de muchos autores de la época se torna en un hecho de la vida diaria en tan solo 60 años de ardua investigación científica. Un sendero que comprendió el paso desde la literatura a dispositivos que se encuentran en cualquier bolsillo y pueden mostrar una realidad mejorada a través de la pantalla, pasando por prototipos de visionarios que poco o nada de caso recibían de inversionistas, ensayos de tecnología para mejorar el desempeño aeroespacial y militar, y juegos que llevaban las consolas al exterior.

CAPITULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Las tecnologías emergentes de las últimas décadas trajeron consigo la realidad virtual, la cual está incrementando su presencia en la sociedad moderna, solo basta con ver muchas tiendas en centros comerciales donde si bien no venden visores para VR como el Oculus Rift o el Hololens, tienen a su disposición cajas para celulares VR; estas son gafas especiales que adaptan el celular para poder usar tecnología VR desde el dispositivo. Y no solo destaca la gran proliferación de esta tecnología, también cabe resaltar el enorme progreso de imágenes generadas por computadora que hoy por hoy son casi indistinguibles del mundo real como se puede ver en la película “The Lion King” del 2019, donde casi toda la película está realizada con imágenes generadas por ordenador, como se ve en la Figura 13. Pero a pesar de lo antes dicho, aún existe una barrera que separa lo virtual de lo real, una obra digital sigue teniendo limitaciones para lograr una inmersión total del espectador.



Figura 13. Pasos para la creación de Simba de cachorro. Fuente: **(Animation Boss, 2019).**

El mundo real sigue siendo el real y el mundo digital el digital, la información que se presenta a través de dispositivos como los celulares sigue sin tener una relación directa con el mundo físico.

Y para muchos usuarios esto es un inconveniente, ya que representa una inversión constante de esfuerzo extra para poder asociar los datos con lo que estos deberían representar.

En este juego entra rápidamente la realidad aumentada, brindando la posibilidad de crear automáticamente asociaciones entre el mundo físico y la información digital. Una interfaz que rompe la barrera entre lo real y virtual, proveyendo una interacción casi que inmediata para el usuario. Las posibilidades que implican la implementación de la realidad aumentada a el diario vivir de las personas son inmensas; en el campo de la medicina dando datos de vital importancia según el contexto de una cirugía, en la arquitectura visualizando medidas o dando una perspectiva previa del diseño de algún espacio, en los campos de ocio como juegos, cine o música haciendo que la experiencia sensorial sea aún mayor, etc. La percepción de las personas y la comprensión de su entorno puede ser amplificado de muchísimas maneras de manera exitosa con solo darle el valor agregado que representa la realidad aumentada. Es por ello que este capítulo aborda de manera general una breve introducción al concepto de la realidad aumentada, varios puntos de vista de su esencia y como este significado aún está en constante cambio en conjunto con la evolución de la tecnología a la que hace referencia.

Además, en base a que suele haber una confusión con su tecnología hermana, la realidad virtual, se aparta una sección del capítulo para aclarar las diferencias entre estas dos y ver con más detalle como la línea entre lo real y lo virtual se difumina para dar paso a estas innovaciones. Finalmente, se habla de las actuales aplicaciones en la industria y como revoluciona cada campo que logra alcanzar, desde modelos diseñados para implementarse en quirófanos como una ayuda visual a doctores, hasta el campo de los gadgets para uso lúdico o simplemente mejorar la calidad de vida de las personas.

1.1. Definición de realidad aumentada

La realidad aumentada es una tecnología relativamente nueva, el origen del primer dispositivo de pruebas “The Sword of Damocles” por Sutherland tiene alrededor de sesenta años desde que fue diseñado por el equipo de investigadores, siendo por ende aun un campo que apenas ve la luz y tiene mucho por mostrar mientras más se estudia y mejora. Debido a su corta edad, la incertidumbre de qué se puede considerar realidad aumentada y qué no, aun es amplia, por lo que a pesar de tener una que otra definición que se acepta en el mundo científico todavía sigue sujeta a constantes transformaciones y cambios.

Antes del primer término aceptado por la comunidad, se daban apreciaciones de qué era ese término tan nuevo como era la realidad aumentada, cada autor trataba de describir esta palabra para ajustarla al contexto de sus estudios. Un ejemplo de esto es el estudio realizado por el equipo de Paul Milgram (Milgram, Takemur, Utsumi, & Kishin, 1994); donde divide la definición en dos enfoques:

- Un primer enfoque muy general que indica a la realidad aumentada como “aumentar la retroalimentación natural del operador con señales simuladas”.
- Un segundo enfoque más específico, que es guiado más a un aspecto tecnológico, definido como “Una manera de realidad virtual donde la pantalla montada en la cabeza del paciente es transparente, permitiendo una vista clara del mundo real”.

Se puede observar cómo Paul toma la libertad de intentar definir la AR como puede según la época, ya que como se menciona en el mismo informe el termino realidad aumentada apenas ha comenzado a aparecer en la literatura con una creciente frecuencia. No es sino hasta 1997 que Azuma publica un informe donde da una definición de realidad aumentada que a diferencia de las

anteriores definiciones es muy bien recibida y aceptada por toda la comunidad científica; en ella se define la realidad aumentada como una variación de la realidad virtual, donde a diferencia de esta última, la realidad aumentada permite al usuario ver el mundo que esta alrededor de él (Azuma, 1997). Azuma resume todo sistema de realidad aumentada con tres características que deben tener:

- Combina el mundo real y el virtual.
- Es interactivo en tiempo real.
- Esta registrado en tres dimensiones.

Para muchos la definición dada por Azuma era lo suficientemente completa como para abarcar justo lo que debía ser cualquier sistema de realidad aumentada. Pero otros científicos no pensaban igual, argumentaban que el termino AR no debía ser tan restrictivo como Azuma daba a entender. El termino de realidad aumentada debía poder ser aplicado a cualquier sistema que combine información real y virtual de manera significativa, definiéndola, así como “una situación en la cual un contexto del mundo real esta dinámicamente sobrepuesto con una ubicación coherente o información virtual sensible al contexto”. De esta manera la AR podría darle a cada persona una experiencia inmersiva a través de la tecnología mezclando el mundo real con el virtual y al final aumentar las interacciones del usuario (Klopfer, *Augmented Learning: Research and Design of Mobile Educational Games*, 2008; Klopfer & Squire, *Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations*, 2008; Klopfer & Sheldon, *Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games*, 2010; Dunleavy, Dede, & Mitchell , 2009).

Otra definición no conforme con la de Azuma es la dada por educadores y diseñadores que aportan una visión mucho más allá, una visión que para ellos es mucho más productiva, ya que sugiere que la realidad aumentada puede ser implementada en muchas más tecnologías como ordenadores, dispositivos portátiles, HMD, etc. (Broll, y otros, 2008; Johnson, Levine, Smith, & Haywood, 2010; Liu, 2009). Y una extraída de tal contexto como lo es el de negocios y finanzas que proporciona Forbes, es “la habilidad para integrar datos digitales dentro de una experiencia de tiempo real” (Hall, 2017).

A pesar de todas estas definiciones que varios autores hoy en día toman por certeras y como última palabra. Este proyecto se decanta por una que se cree tiene mucho más peso, ya que no la delimita ni tecnológicamente, ni a un solo sentido, y se puede tomar por oficial, esta definición es la dada por la Merriam-Webster; la cual es una editorial que hace publicaciones de libros de referencia, en su mayoría diccionarios que se basan en el diccionario *An American Dictionary of the English Language*. Merriam-Webster define la realidad aumentada como “una versión mejorada de la realidad creada mediante el uso de la tecnología para sobreponer información digital en una imagen de algo que está siendo percibido” (Merriam-Webster, 2020), es decir, consiste en la integración de contenido digital con la perspectiva visual del usuario a fin de percibir elementos adicionales, y de esta manera ‘aumentar’ el espacio del usuario.

1.2. Diferencias entre realidad aumentada y realidad virtual

La realidad aumentada y la realidad virtual son tecnologías que se pueden considerar hermanas siendo la realidad aumentada la hermana menor de las dos, esta cercanía hace que deslumbrar la línea donde la AR empieza a tornarse VR sea algo no muy claro y que al igual que la definición de AR no se pueda llegar aun a un consenso totalmente unánime. Muchos informes marcan esta

diferencia tomando como punto de referencia la VR tratando a la AR como una variación a esta, ya que ambas usan objetos virtuales. Sin embargo, la AR se distingue de la VR siendo una experiencia mixta combinando el mundo real y los gráficos generados por computador, mientras que la VR envuelve totalmente a quien la usa en un entorno virtual generado digitalmente (Chang, Morreale, & Medicherla, 2010; Guerra, Pinto, & Beatio, 2015; Lee K. , 2012).

Con la intención de demostrar más claramente las diferencias entre la AR y la VR, se diseñó el continuo Realidad-Virtualidad (R-V) usando una escala lineal con el mundo real representando un extremo de la línea y un entorno en su totalidad virtual en el otro extremo como se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Continuo R-V con ejemplos del mundo físico, un objeto virtual en un mundo físico, un objeto físico en un mundo virtual y un mundo totalmente virtual de izquierda a derecha respectivamente. Fuente: (Hughes & Stapleton, 2005) y Autor.

A pesar que actualmente se sigue debatiendo esta diferencia. La más completa a consideración de varios autores es marcar la realidad aumentada como un sistema que debe estar mucho más cerca del mundo físico un extremo de la gama (R-V), con su percepción dominante siendo el

mundo real, mejorando este mediante datos digitales. En contraste, alguien que experimenta un sistema de realidad virtual está totalmente atado a un mundo virtual (Yuen, Yaoyuneyong, & Johnson, 2011).

1.3. Actualidad y Algunas Aplicaciones

Eventualmente la realidad aumentada en la actualidad es una tecnología que está en tendencia de desarrollo de muchos investigadores y empresas como Facebook, Amazon, Apple, Microsoft y Google. Es difícil no encontrar algún campo en el que la AR no esté siendo investigada o mejorada (si es que ya está implementada). De entre todos estos desarrollos tecnológicos, pueden destacarse ocho TT que están en boca de todos en este y el posiblemente en el año venidero (Makarov, 2020):

1.3.1. AR Móvil

El mercado de telefonía móvil a presenciado un impulso abrumador (como se ve en la Figura 15) desde que Apple y Google anunciaron sus herramientas de desarrollo para realidad aumentada, la ARKit y los SDK ARCore respectivamente; obteniendo así las primeras posiciones como las herramientas por defecto al momento de hablar de desarrollar realidad aumentada, con ARKit 2.0 en la cabeza (Boland, 2018).

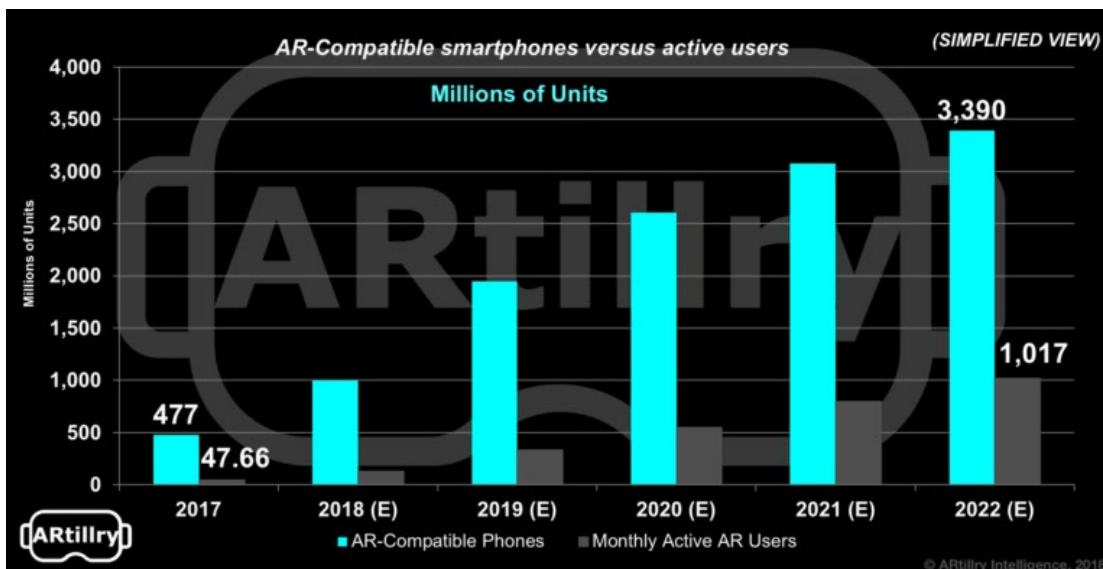


Figura 15. ARCore y ARKit instalados en teléfonos desde el 2017 y perspectiva al 2022. Fuente: (Boland, 2018).

Con ellas simplificaron todo el proceso que implica elaborar una aplicación con realidad aumentada, incentivando así a muchos programadores independientes a intentar explorar esta nueva tecnología, un ejemplo de esto es LEGO AR City que usa ARKit 2 expuesto en la Figura 16.



Figura 16. LEGO AR City. Fuente: (Newsroom, 2018).

1.3.2. Compras en AR

Gracias al aumento de dispositivos con que hacen uso de AR y a la demanda de los consumidores, empresas de maquillaje, moda y mueblería que están optando por tecnologías de reconocimientos facial para brindar asesoramiento personalizado a sus clientes. Igualmente, líderes en el mercado como American Apparel, Uniqlo y Lacoste han implementado salas de exhibición y probadores virtuales para poder experimentar antes de comprar en espacios de realidad aumentada. IKEA, otro grande del mercado, desarrollo una aplicación donde los clientes pueden tener acceso al catálogo de sus productos y ver como lucirían en sus propios hogares mediante AR como se ve en la Figura 17.



Figura 17. Aplicación AR de IKEA. Fuente: (Ayoubi, 2017).

Todos y cada uno de ellos apostaron a esta nueva tecnología que, según un reporte de Gartner, se espera que por lo menos 100 millones de usuarios utilicen tecnologías de compras habilitadas para AR al finalizar el 2020 (Gartner, 2019).

el contrato por 480 millones de dólares que ha realizado el ejército de los Estados Unidos con Microsoft para suministrar a la rama militar hasta 100.000 HoloLens para propósitos de entrenamiento y combate (Kelly, 2018). Igualmente, empresas privadas como Walmart y Tyson, están pilotando programas que trasladara los métodos tradicionales de capacitación y entrenamiento a métodos mezclando la realidad aumentada (Morris, 2018).

Forbes estima que para el 2025, se espera que catorce millones de trabajadores americanos usen gafas inteligentes regularmente en sus trabajos (KPIT, 2017). Una estimación que deslumbra como la realidad aumentada puede cambiar toda la empresa como la conocemos.

1.3.5. Unión de la AR con AI

Se están aunando varios esfuerzos para mezclar dos grandes tecnologías TT, una combinación que no era cuestión de preguntar si pasaría sino cuando iba a pasar, la inteligencia artificial y la realidad aumentada. Esta mezcla es casi natural, debido a que la AI es usada como método de reconocimiento de patrones y procesamiento de imágenes, características que necesita la realidad aumentada para mejorar la unión entre el mundo real y los objetos virtuales. Hoy en día la AI es usada para analizar los datos de los compradores, procesándolos y dar recomendaciones de productos personalizadas para aumentar el engagement del cliente al darle la percepción que la empresa lo entiende y sabe lo que quiere. Con la realidad aumentada estas recomendaciones podrían ir al siguiente nivel, mostrando al instante recomendaciones sobre productos en centros comerciales mientras el comprador mira estantes llenos de productos (Lampropoulos, Keramopoulos, & Diamantaras, 2020).

1.3.6. WebAR

En el campo del desarrollo web, uno de los productos más esperados actualmente es Chrome AR. Esto abre un abanico de posibilidades enorme, ya que los usuarios no requieren de aplicaciones especializadas para acceder a la realidad aumentada, solo basta con entrar en sitios web habilitados para AR y podrán disfrutar de este servicio (Medley, 2019).

A pesar de que la tecnología WebAR no posee aun estándares definidos, se están implementando varios desarrollos en los navegadores de manera activa, como es el caso de AR.js o React 360.

1.3.7. Asistencia Remota

Muchas personas de mediados de los 80's y los 90's, crecieron viendo la serie de películas clásicas de Star Wars y soñando en tecnologías holográficas que permitieran hacer llamadas casi presenciales, como las escenas en que el alto consejo jedi se reunía y los miembros que no estaban en el cuarto podían asistir mediante representaciones virtuales de cuerpo completo de ellos. Hoy esa idea está migrando de la ficción al plano físico, y gracias a la realidad aumentada estamos cada vez más cerca de volver real todas estas ideas.

Microsoft está un paso adelante con una beta de un sistema de video-llamadas que emplea realidad aumentada para crear representaciones de estilo holográfico de los participantes (Cutler, Fowers, & Chang, s.f.). Cisco Systems está igualmente trabajando en un proyecto llamado Musion que reúne sus productos de redes con AR (Cisco, 2019).

Este acercamiento de las personas puede ser beneficioso si la tecnología de gafas de realidad aumentada fuera más asequible, dando asesorías personalizadas a los clientes de mantenimiento

y/o reparación sin tener que ir a los hogares o a las industrias. Un ejemplo de asistencia remota con AR se puede ver en la Figura 19.



Figura 19. Asistente remoto automotriz con AR. Fuente: (Maw, 2017).

1.3.8. Automóviles con AR

La AR llegan a los parabrisas de los automóviles, mostrando en tiempo real a los conductores de vehículos peligros, instrucciones, advertencias de tráfico e incluso rutas de GPS sin tener que desviar la mirada a el tablero de instrumentos que tienen la mayoría de automóviles modernos. Un ejemplo es Genesis G80 que utiliza una serie de funciones para garantizar la precisión, incluido el seguimiento de la línea de visión del conductor para garantizar que las superposiciones holográficas siempre estén en un lugar correcto (Patrascu, 2019) así como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Idea Genesis G80 con WayRay AR. Fuente: (Patrascu, 2019).

CAPITULO II: DISEÑO Y DESARROLLO

En este capítulo se presenta el proceso de diseño y desarrollo para la elaboración de una simulación de interacción con productos, para la adquisición de muebles, mediante una estrategia de marketing de realidad aumentada, además, se da una sucinta descripción de los medios usados para la programación.

2.1. Requisitos y Casos de Uso

Luego de conocer el problema a resolver, se identifica el modelo de casos de uso el cual es el medio para describir un sistema de acuerdo a todas las diferentes maneras en que pueda emplear. Cada caso de uso este compuesto de un flujo de acciones o eventos, los cuales son iniciados por un actor. El modelo de casos de uso está estrechamente relacionado con los requisitos del sistema, ya que, el modelo describe el sistema a desarrollarse a partir de estos, por lo tanto, si hay un cambio en un requisito hay un cambio en el modelo. La diferencia principal entre un requisito y un caso de uso de un sistema, es la perspectiva, en el primero se describe al sistema desde el punto de vista del sistema dando características puras que debe llevar el mismo, y en el segundo se describe el sistema desde el punto de visto de la interacción del usuario con el mismo según el contexto (Weitzenfeld, 2005).

El modelo de casos de uso se compone de dos características básicas:

➤ **Actor:** Describe una persona real que utiliza el sistema, usualmente es una entidad externa que necesita intercambiar información con el sistema, por lo que no representan exclusivamente personas físicas. Usualmente se representa al actor como se aprecia en la Figura 21.

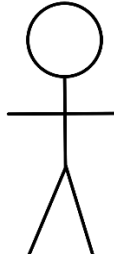


Figura 21. Representación simbólica de actor. Fuente: Autor.

- **Caso de uso:** Un caso de uso representa la funcionalidad intrínseca del sistema, definiendo así, una clase o forma de usar el sistema. Usualmente se representa el caso de uso como se aprecia en la Figura 22.

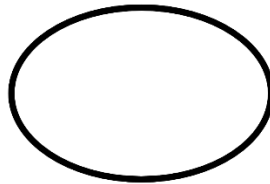


Figura 22. Representación simbólica de caso de uso. Fuente: Autor.

2.1.1. Tablas de Requisitos

Para el presente trabajo se extrajeron los requisitos que se muestran en de la Tabla 1 a la Tabla 12.

Tabla 1. Requisito C01. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C01		NOMBRE: Registrar Usuario	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS:	
DESCRIPCIÓN: Registrar un nuevo usuario			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
1	Email	Texto	
2.	Nombre	Texto	
3.	Apellido	Texto	
4.	Password	Texto	
DATOS DE SALIDA: El usuario se ha registrado satisfactoriamente.			
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: La contraseña debe estar oculta, cuando sea exitoso el registro debe notificarse el éxito junto con el nombre de usuario.			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario inicia la aplicación.		
2	El usuario hace clic en el botón Sing Up.		
3	Se muestra el formulario para diligenciar.		
3.	Se envía el formulario.		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		
1	El dispositivo no cuenta con acceso a internet, no se realizó el registro		
2	Faltan datos		

Tabla 2. Requisito C02. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C02		NOMBRE: Acceder al sistema	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS:	
DESCRIPCIÓN: Acceder al sistema desde la aplicación.			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
1	Email	Texto	
2.	Password	Texto	
DATOS DE SALIDA: Accede a la pantalla del catalogo			
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet, el usuario debe encontrarse registrado.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: Se debe realizar la comprobación de la contraseña usando el algoritmo Bcrypt.			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario inicia la aplicación.		
2	El ingresa datos de acceso.		
3	Se envía el formulario al dar clic en el botón.		
3.	Se accede al catalogo		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		
1	El dispositivo no cuenta con acceso a internet, no se pudo acceder.		
2	La contraseña es incorrecta.		
3	El usuario no existe.		

Tabla 3. Requisito C03. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C03		NOMBRE: Listar muebles
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS:
DESCRIPCIÓN: Obtener el listado de muebles existentes en el sistema.		
DATOS DE ENTRADA:		
Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
Categoría(s).	Numérico	Se obtiene de una lista de categorías existentes
Nombre	Texto	
DATOS DE SALIDA: Listado de muebles		
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet. El sistema debe contar con muebles registrados.		
POST CONDICIONES:		
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: se debe presentar lista de los muebles existentes en el sitio web.		
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:		
Paso	Sistema	
1	El usuario se acceda al sistema.	
2	Automáticamente cargara todos los muebles sin filtrar.	
3	Al escribir y seleccionar categoría se mostrará los muebles filtrados.	
FLUJO DE EXCEPCION		
Caso	Sistema	
1	No se encuentran muebles registrados.	
3	No cuenta con acceso a internet.	

Tabla 4. Requisito C04. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C04		NOMBRE: Registrar producto	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS:	
DESCRIPCIÓN: Registrar un nuevo producto en el sistema.			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
1	Nombre	Texto	
2.	Imagen	Imagen	
3.	Cantidad	Numérico	
4.	Descripción	Texto	
5.	Link AR	Texto	
6.	Precio	Numérico	
7.	Categoría	Texto	
DATOS DE SALIDA: El nuevo producto se encuentra registrado en la base de datos.			
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet, se debe acceder al panel de administración vía web, para los objetos AR se deben cargar previamente los Asset Bundle a un repositorio para obtener un link de descarga.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: Se muestra el producto en la lista de objetos registrados en el sistema, el nuevo producto debe aparecer en la página web, debe poder listarse en la aplicación móvil.			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario ingresa al panel de administración.		
2	En las opciones de catálogo se selecciona producto.		
3	Se da clic en agregar nuevo producto.		
4	Se diligencia el formulario.		

5	Se registra el mueble.
FLUJO DE EXCEPCION	
Caso	Sistema
1	El dispositivo no cuenta con acceso a internet, no se realizó el registro.
2	Faltan datos.

Tabla 5. Requisito C05. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C05		NOMBRE: Obtener información de mueble	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS:	
DESCRIPCIÓN: Obtener los datos de un producto desde la base de datos			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
1	Nombre	Texto	
2.	Id	Texto	
DATOS DE SALIDA: Se obtuvieron los datos de producto (Nombre, Imagen, Id, Descripción, Precio, LinkAR).			
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet, deben existir muebles registrados.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: Se muestran los datos del producto en la aplicación.			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario selecciona uno de los muebles del catálogo.		
2	Se muestran los datos e imagen del mueble.		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		
1	El dispositivo no cuenta con acceso a internet.		

Tabla 6. Requisito C06. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C06		NOMBRE: Informar progreso de descarga	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS: C09	
DESCRIPCIÓN: Mostrar en pantalla progreso de descarga del Asset Bundle del objeto AR.			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
1	LinkAR	Texto	
DATOS DE SALIDA: Se muestra el progreso de descarga.			
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet, deben existir muebles registrados, el link debe ser válido.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: El progreso se muestra en pantalla en tiempo real.			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario selecciona el botón de AR		
2	Se ingresa a la interfaz de realidad aumentada		
3	Se muestra el progreso		
4	Cuando finaliza desaparece el cuadro de carga		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		
1	El dispositivo no cuenta con acceso a internet.		
2	La descarga falló.		

Tabla 7. Requisito C07. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C07		NOMBRE: Visualizar malla.	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS:	
DESCRIPCIÓN: Mostrar u ocultar la malla de ARCore con fines estéticos			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
DATOS DE SALIDA: Se muestra u oculta la malla.			
PRECONDICIONES: Se debe encontrar en la interfaz de Realidad Aumentada.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: Se debe tener un botón específico para esta acción.			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario selecciona el botón de ver malla		
2	La malla se oculta		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		

Tabla 8. Requisito C08. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C08		NOMBRE: Compartir pantalla	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS: C12	
DESCRIPCIÓN: Compartir screenshot de la escena de RA.			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
DATOS DE SALIDA: Se comparte imagen en la plataforma seleccionada.			
PRECONDICIONES: Se debe encontrar en la interfaz de Realidad Aumentada.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: Se debe poder seleccionar donde compartir la imagen.			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario selecciona el botón de compartir		
2	Se muestran lista de las aplicaciones disponibles donde compartir.		
3	Se comparte la imagen		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		

Tabla 9. Requisito C09. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C09		NOMBRE: Descargar Objetos	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS:	
DESCRIPCIÓN: Descargar objetos desde los repositorios a la aplicación			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
1	LinkAR	Texto	
DATOS DE SALIDA: Se descarga el objeto y se almacena en cache.			
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet, deben existir muebles registrados, los links deben ser válidos.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: Los objetos deben almacenarse temporalmente			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario selecciona el botón de AR		
2	Se ingresa a la interfaz de realidad aumentada.		
3	Se realiza la descarga.		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		
1	El dispositivo no cuenta con acceso a internet.		

Tabla 10. Requisito C10. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C10		NOMBRE: Posicionar Muebles	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS:	
DESCRIPCIÓN: Se debe poder posicionar varios muebles en la misma escena de AR			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
DATOS DE SALIDA: Se instancian los muebles en la escena.			
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet, deben existir muebles registrados y descargados.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: Se muestran los muebles ubicados en el espacio AR.			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario selecciona uno de los muebles del catálogo.		
2	Se instancia en algún lugar de la malla al tocarla.		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		
1	El dispositivo no cuenta con acceso a internet.		

Tabla 11. Requisito C11. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C11		NOMBRE: Manipular Mueble	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS:	
DESCRIPCIÓN: Permitir la rotación, movimiento y escala			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
DATOS DE SALIDA: Mueble en movimiento			
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet, deben existir muebles instanciados.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: El objeto se puede manipular correctamente			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario selecciona el mueble		
2	Procede a manipularlo		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		

Tabla 12. Requisito C12. Fuente: Autor.

IDENTIFICADOR REQUISITO: C12		NOMBRE: Capturar pantalla	
ACTORES: Usuario.		REQUISITOS ASOCIADOS: C08	
DESCRIPCIÓN: Realiza una captura de pantalla de la escena AR			
DATOS DE ENTRADA:			
Id.	Nombre	Tipo de Dato	Validaciones
DATOS DE SALIDA: Mueble en movimiento			
PRECONDICIONES: El dispositivo debe tener conexión a internet.			
POST CONDICIONES:			
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: Se muestra las opciones a las cuales puede compartir.			
FLUJO NORMAL DE TRABAJO:			
Paso	Sistema		
1	El usuario selecciona el botón de compartir		
2	Toma el screenshot		
FLUJO DE EXCEPCION			
Caso	Sistema		

2.1.2. Modelo de Caso de Uso

A partir de las anteriores tablas de requisitos se diseñó el modelo de casos de uso para el sistema que se muestra en la Figura 23.

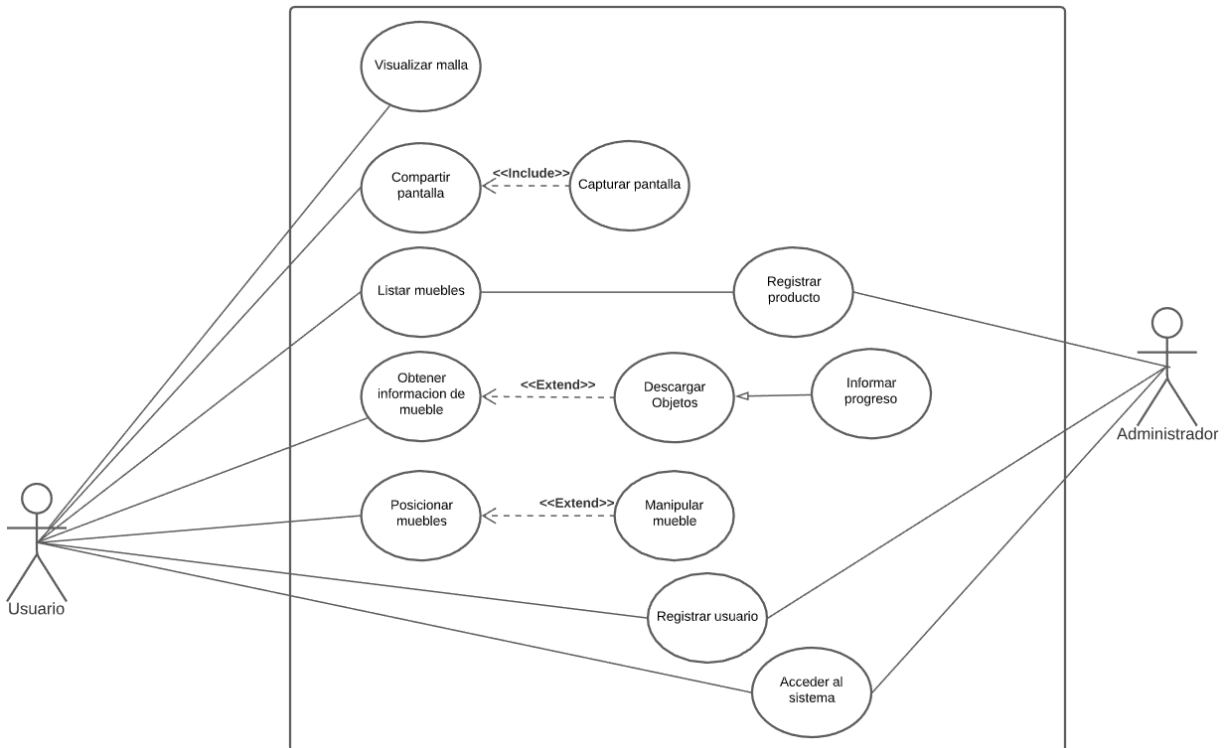


Figura 23. Modelo de Casos de Uso. Fuente: Autor.

2.2. Arquitectura de Software

Una vez se tiene claro cómo se va a comportar el sistema frente al contexto de uso del usuario y que funciones van a ser realizadas en cada evento, se contempla el diseño del software desde otro modelo diferente. El modelo de arquitectura de software da una abstracción de todo el sistema para poder ver claramente su complejidad, y de esta manera coordinar y establecer algún método de comunicación entre los diferentes componentes del software. Este modelo tiene en cuenta las necesidades técnicas y operativas con el fin de mejorar atributos de calidad básicos como el

rendimiento, la seguridad, la mantenibilidad y el éxito en general del sistema al final (Jaiswal, 2019).

La arquitectura de este sistema comprende la aplicación móvil, la aplicación web y el API Backend. Estas tres partes giran en torno al tema principal, la realidad aumentada, por lo tanto, se implementa tecnologías que pudieran acoplarse de manera eficiente.

2.2.1. Servicio de Almacenamiento

Ya que la aplicación necesita acceder a modelados en 3D de los muebles, y estos mismos poseen un peso considerable de almacenamiento por objeto, se optó por almacenar cada objeto en un servicio de almacenamiento web, para ello se consideraron los más populares en la industria y se compararon como se muestra a en la Tabla 13.

Tabla 13. Comparación entre los servicios de cloud computing de Amazon, DigitalOcean, Google Cloud y IBM. Fuente: (G2, s.f.).

	aws Amazon Sim...	DigitalOcean...	Google Clou...	IBM IBM Cloud Ob...
	Get a Quote	Request More Information	Get a Quote	Get a Quote
Meets Requirements	9.3 Responses: 457	8.9 Responses: 21	9.1 Responses: 83	8.8 Responses: 13
Ease of Use	8.6 Responses: 458	9.2 Responses: 21	8.8 Responses: 83	8.1 Responses: 13
Ease of Setup	8.5 Responses: 239	9.4 Responses: 13	8.9 Responses: 37	7.8 Responses: 6
Ease of Admin	8.5 Responses: 234	9.2 Responses: 13	8.9 Responses: 37	7.8 Responses: 6
Quality of Support	8.6 Responses: 386	9.0 Responses: 21	8.7 Responses: 69	7.9 Responses: 12
Ease of Doing Business With	9.1 Responses: 218	9.2 Responses: 13	9.0 Responses: 36	8.1 Responses: 6
Product Direction (% positive)	9.0 Responses: 437	8.8 Responses: 20	9.3 Responses: 83	9.0 Responses: 12

Al no considerar que había una gran diferencia entre Amazon S3, DigitalOcean Spaces y Google Cloud Storage, y todos ofrecían buenos parámetros de transferencia de datos, seguridad, disponibilidad, escalabilidad, etc. Se selecciono Amazon S3 por dos razones principales: primero su free trial y segundo, debido a que el mismo posee un servicio de cloud computing (EC2), es posible dejar otros componentes a manos del mismo proveedor de servicios y omitir posibles problemas de compatibilidad.

2.2.2. Servidor Web

Este apartado ya estaba condicionado al criterio anterior del servicio de almacenamiento, sin embargo, al iniciar el proyecto se usó Microsoft Azure para aprovechar su prueba gratuita y luego que esta expirara se migro a Amazon EC2. De todas maneras, si se consideraron otras opciones fuera de Amazon EC2, como Google Cloud. Pero al final el servicio de Amazon AWS poseía la mayor comunidad, seguridad, conectividad dispositivo-dispositivo y dispositivo-nube como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Comparación de seguridad entre Microsoft Azure, AWS y Google Cloud. Fuente: (Muhammed & Ucuz, 2020).





Security Service	Microsoft Azure	AWS	Google Cloud
TLS for device-cloud encryption	✓	✓	✓
JSON Web Tokens	✓	✓	✓
On-device X.509 Certification and Private Keys	✓	✓	✓
IAM Users and Groups		✓	✓
Amazon Cognito Identities		✓	
RSA and Elliptic Curve			✓

Al montar el servidor se decantó por un SO Ubuntu entre todos los que ofrecía Amazon EC2 debido a que no requiere pago de ninguna licencia, la seguridad, su costo y su basta documentación.

2.2.3. Aplicación Web

En un principio se considera para el aplicativo web un desarrollo desde cero con HTML5 y CSS3, sin embargo, la fecha límite estimada para el desarrollo del proyecto no permitía extenderse mucho en cuestiones de tiempo, por lo que tanto el uso de HTML5 con CSS3 como el de algún framework estaba descartado, es así como se optó por el uso de un CMS de e-Commerce. En la Tabla 15 se aprecian las diferentes ventajas de varios CMS que se consideraron para el sistema.

Tabla 15. Comparativa entre los CMS Magento, PrestaShop, WooCommerce y Shopify. Fuente: (Diligent Team, s.f.).

	Tecnología	Seguridad	Flexibilidad	Localidad	Integración
 Magento	<ul style="list-style-type: none"> - PHP + MySQL - Mature - Zend Framework - Expensive to run 	<ul style="list-style-type: none"> - Highly secure 	<ul style="list-style-type: none"> - Very powerful - Fully customization - Custom statuses - Complex to create themes 	<ul style="list-style-type: none"> - Multishop - Multilanguage - Multicurrency 	<ul style="list-style-type: none"> - Old API - Lots of plugins available
 PrestaShop	<ul style="list-style-type: none"> - PHP + MySQL - Requirements are not so big 	<ul style="list-style-type: none"> - Highly secure 	<ul style="list-style-type: none"> - Very powerful - Fully customization - Custom statuses - Complex to create themes 	<ul style="list-style-type: none"> - Multishop - Multilanguage - Multicurrency 	<ul style="list-style-type: none"> - Plugins available - Quite Old API - Quite Old Source Code
 WooCommerce	<ul style="list-style-type: none"> - PHP + MySQL - Wordpress - Runs on smaller machines 	<ul style="list-style-type: none"> - Wordpress is very unsecure, but is updated frequently. 	<ul style="list-style-type: none"> - Not as flexible as other platforms but much simple to use. 	<ul style="list-style-type: none"> - One single shop - Multilanguage via plugin - Single currency 	<ul style="list-style-type: none"> - Lots of Wordpress plugins - Good API
 shopify	<ul style="list-style-type: none"> - Proprietary software as a Service - Themes using Liquid 	<ul style="list-style-type: none"> - Very secure 	<ul style="list-style-type: none"> - Not much flexible - No hierachycal categories 	<ul style="list-style-type: none"> - Single shop - Single language - Single currency 	<ul style="list-style-type: none"> - Lots of apps available. - Very good API - Apps use too much javascript which impacts in performance

El CMS que más se ajustaba al sistema era PrestaShop; debido a los siguientes factores:

- Requerimientos: Sus requerimientos no son muy extensos; un SO compatible con Linux, PHP 5.6+, MySQL 5.0+ y acceso FTP (PrestaShop, 2019).

- Seguridad: Las diferentes herramientas que proporciona para garantizar la seguridad son amplias y eficientes; posee seguridad contra el SPAM como SPF y DKIM, manejo de Captcha (como un módulo) para el SPAM desde los contactos y el descifrado de contraseñas, se actualiza constantemente para poner parches de seguridad y de igual manera se pueden implementar diferentes módulos que refuerzan cualquier aspecto que se quiera considerar en cuestión de seguridad (Ogallar, 2018).
- Flexibilidad: Permite cambiar los diferentes componentes de la página de una manera sencilla y muy amplia, aunque evidentemente tiene un límite siendo un CMS.
- Localidad: Es posible crear múltiples tiendas con una misma base de datos, además el idioma de la tienda y del administrador se pueden cambiar entre una gama muy amplia de opciones y son independientes uno del otro.
- Integración: PrestaShop posee módulos, dichos módulos permiten agregar o quitar funcionalidades de manera libre.

Agregado a todo lo anterior descrito, sus características se adaptan a lo que se requiere para comunicar la página web con la aplicación móvil por medio de API Rest.

2.2.4. API Backend

En paralelo al proceso de selección de software para el aplicativo web, también se realizó la selección del motor de videojuegos Unity para desarrollar la API Backend; esto debido a que Unity brinda una curva de aprendizaje un poco más rápida, tiene buenos recursos online, permite trabajar en plataformas móviles y es gratuito (Dickson, Block, Echevarria, & Keenan, 2017). Igualmente brinda una amplia gama de SDK de realidad aumentada, que poseen los paquetes necesarios para trabajar de manera óptima con este motor de desarrollo.

Dentro de los posibles SDK para AR se consideraron los mostrados en la Tabla 16.

Tabla 16. Comparación entre las AR SDK Vuforia, Wikitude, ARKit 3, ARCore y Maxst. Fuente: (Ilyukha, s.f.).

	 vuforia	 wikitude	 ARKit3	 ARCore	 MAXST
Platforms	Android, iOS, UPW and Unity Editor	Android, iOS, Windows for tablets	iOS 11+	Android 7.0+, iOS 11+	Android, iOS, Windows and Mac OS
License Type	Free, Commercial	Commercial	Free	Free	Free, Commercial
Smart Glasses Support	+	+	+	+	+
Unity Support	+	+	+	+	+
Cloud Storage	+	+	+	+	-
3D Recognition	+	+	+	+	+
Geolocation	+	+	+	+	-

El más adecuado para el proyecto era ARCore; debido a su licencia free y la flexibilidad en cuanto a plataformas móviles se refiere.

2.2.5. Arquitectura Modelo

Reuniendo todas las componentes seleccionadas con anterioridad, se organizan de tal manera que se pueda estructurar una arquitectura de modelo para visualizar la relación de cada una de estas componentes. La arquitectura de modelo resultante para el sistema es la mostrada en la Figura 24.

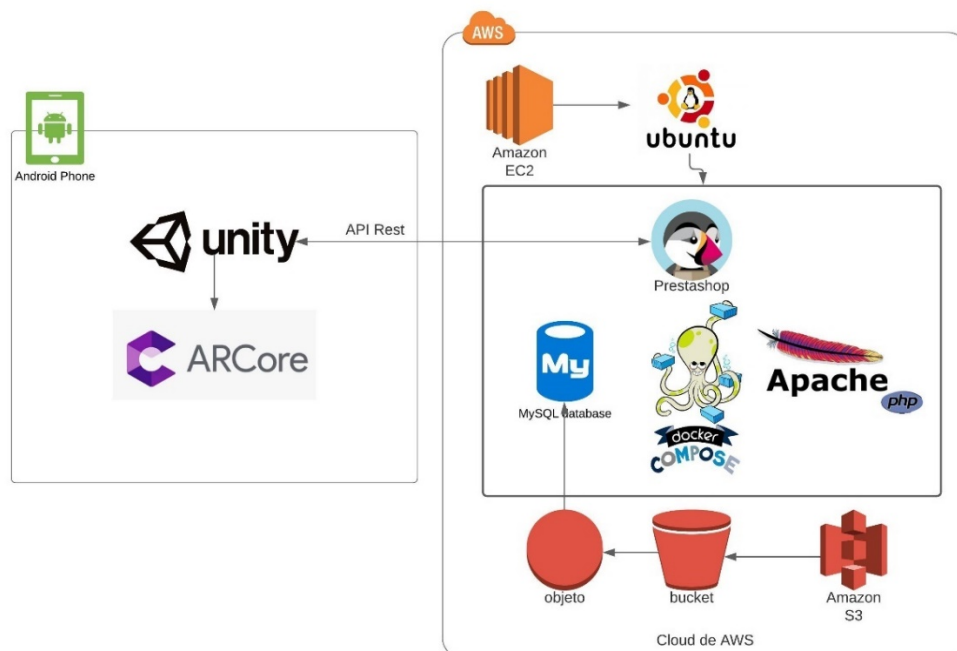


Figura 24. Modelo de Arquitectura del sistema. Fuente: Autor.

2.3. Desarrollo del Software

Tras haber terminado el proceso de diseño del software y tener clara la idea de que componentes va a tener el sistema, que funciones van a tener y cómo van a interactuar entre ellos y los diferentes actores, se inicia la construcción de todos los elementos, es decir, lo que comprende: la página web, la base de datos y la aplicación.

2.3.1. Montaje de Pagina Web y Base de Datos

El primer paso al momento de poner todo en marcha es poner el servidor en funcionamiento para poder alojar la base de datos y la página web. En un inicio se manejó Microsoft Azure como una solución a la necesidad del servidor, sin embargo, el tiempo límite de la prueba gratuita se venció y se tuvo que migrar el servicio a Amazon EC2.

El sistema operativo seleccionado fue Ubuntu Server 20.04 64 bit y con un espacio de 30 Gb de memoria, igualmente se estableció una llave privada denominada "juanPrestaLlave" para regular el ingreso al servidor como se ve en la Figura 25. Los puertos 22, 443 y 80 están habilitados; ya que vienen de esta manera por defecto en la configuración de Amazon EC2. Adicionalmente se habilito el puerto 8080 para poder hacer la conexión del phpmyadmin que requiere PrestaShop como se aprecia en la Figura 26.

Plataforma Ubuntu (Inferred)	ID de AMI ami-07efac79022b86107	Monitoreo deshabilitada
Detalles de la plataforma Linux/UNIX	AMI name ubuntu/images/hvm-ssd/ubuntu-focal-20.04-amd64-server-20200907	Protección de terminación Desactivado
Hora de lanzamiento Tue Nov 10 2020 13:20:58 GMT-0500 (hora estándar de Colombia) (17 days)	AMI location 099720109477/ubuntu/images/hvm-ssd/ubuntu-focal-20.04-amd64-server-20200907	Ciclo de vida normal
Comportamiento de detención de hibernación deshabilitada	Índice de lanzamiento de AMI 0	Nombre del par de claves juanPrestaLlave

Figura 25. Características de la instancia. Fuente: Autor.

<input type="text" value="Filtrar reglas"/>			
Intervalo de p...	Protocolo	Origen	Grupos de seguridad
443	TCP	0.0.0.0/0	launch-wizard-3
443	TCP	::/0	launch-wizard-3

<input type="text" value="Filtrar reglas"/>			
Intervalo de p...	Protocolo	Origen	Grupos de seguridad
80	TCP	0.0.0.0/0	launch-wizard-3
80	TCP	::/0	launch-wizard-3
8080	TCP	0.0.0.0/0	launch-wizard-3
8080	TCP	::/0	launch-wizard-3
22	TCP	0.0.0.0/0	launch-wizard-3

Figura 26. Puertos habilitados de la instancia. Fuente: Autor.

Mediante consola se realiza computacion remtota conectandose al servidor con la direccion IPv4 que provee la instancia de Amazon EC2, es decir 181.131.97.84 mostrada en la Figura 27. Cabae la pena mencionar que esta direccion IPv4 cambia cada vez que se reinicia la instancia.


ID de la instancia	Dirección IPv4 pública
 i-0583892f3f4fae209	 18.223.1.15 dirección abierta 
Estado de la instancia	DNS de IPv4 pública
 En ejecución	 ec2-18-223-1-15.us-east-2.compute.amazonaws.com dirección abierta 

Figura 27. Direcciones IPv4, ID y estado de la instancia en EC2.

Fuente: Autor.

Una vez en el servidor se descara el repositorio git “<https://github.com/moghwan/docker-prestashop-boilerplate>” el cual es una versión Docker de un proyecto que consta de lo necesario para poner en marcha tanto la web de PrestaShop como la base de datos Mysql con phpmyadmin (moghwan, 2020), su contenido se aprecia en la Figura 28.

```
root@ip-172-31-47-177:/home/ubuntu/a/docker-prestashop-boilerplate# ls
Dockerfile README.md config docker-compose-ps.yml prestashop_1.7.6.8.zip
```

Figura 28. Contenido del git "docker-prestashop-boilerplate".

Fuente: Autor.

El directorio “config” tiene en su interior un archivo nombrado “presta.config”. Los componentes de este repositorio se explican a continuación:

- **“Dockerfile”:** Contiene la imagen Docker. Permite definir las funciones básicas del contenedor como se muestra en la Figura 29.

```

FROM ubuntu:18.04
# Install.
RUN \
sed -i 's/# \(\.*multiverse$\)/\1/g' /etc/apt/sources.list && \
apt-get update && \
apt-get -y upgrade && \
apt-get install -y build-essential && \
apt-get install -y software-properties-common && \
apt-get install -y byobu curl git htop man unzip vim wget && \
rm -rf /var/lib/apt/lists/*
ARG DEBIAN_FRONTEND=noninteractive
RUN apt-get update
RUN apt-get upgrade
RUN apt-get install -y apache2 libapache2-mod-php
RUN apt install -y php unzip
RUN apt-get install -y php-cli php-common php-mbstring php-gd php-intl php-xml php-mysql php-zip php-curl php-xmldrpc
COPY . /var/www/html:rw
COPY ./config/presta.conf /etc/apache2/sites-available/000-default.conf
RUN a2enmod rewrite
# Define working directory.
WORKDIR /var/www/html
# Define default command.
EXPOSE 80

```

Figura 29. Contenido archivo "Dockerfile". Fuente: Autor.

- **“README.md”**: Documentación del git por parte del autor.
- **“config/presta.conf”**: Archivo de configuración virtual para apache que habilita el host virtual. Su contenido se aprecia en la Figura 30.

```

<VirtualHost *:80>
  ServerAdmin webmaster@localhost
  DocumentRoot /var/www/html
  ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/error.log
  CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/access.log combined
  <Directory /var/www/html >
    AllowOverride All
  </Directory>

```

Figura 30. Contenido archivo "presta.conf". Fuente: Autor.

- **“docker-compose-ps.yml”**: Archivo Compose; donde va a buscar instrucciones Docker Compose por defecto. En este componente destacan 3 características: la contraseña de la base de datos, el nombre de la base de datos (“prestashop”) y el puerto que usa phpmyadmin (8080) como se aprecia en la Figura 31.

```

version: '2'
services:

  mysql:
    image: mysql:5.7
    environment:
      MYSQL_ROOT_PASSWORD: ████████
      MYSQL_DATABASE: prestashop
    volumes:
      - ../docker/data/mysql:/var/lib/mysql
      - ../docker/logs/mysql:/var/log/mysql
    ports:
      - "3306:3306"

  phpmyadmin:
    image: phpmyadmin/phpmyadmin
    ports:
      - 8080:80
    env_file:
      - .env
    environment:
      PMA_HOST: mysql
      VIRTUAL_HOST: phpmyadmin.test

  app_dev:
    build: .
    environment:
      - VIRTUAL_HOST=prestashop.test
    volumes :
      - ../var/www/html:rw
    restart: always
    ports:
      - 80:80
    links:
      - "mysql"
root@ip-172-31-47-177:/home/ubuntu/a/docker-prestashop-boilerplate#

```

Figura 31. Contenido archivo "docker-compose-ps.yml". Fuente: Autor.

- **“prestashop_1.7.6.8.zip”**: El ultimo archivo estable proporcionado por PrestaShop de su CMS.

Entendiendo esto se procede a construir el Docker “Docker-compose-ps.yml” e iniciar los contenedores con el comando **“docker-compose -f docker-compose-ps.yml up -d --build”**. Una vez finalizado de construir el Docker se tienen listas la base de datos y la página web para su uso en tres imágenes diferentes mostradas en la Figura 32. Una imagen contiene PrestaShop, otra el PHPMysql y la ultima el Mysql.

```

root@ip-172-31-47-177:/home/ubuntu# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE                                COMMAND                  CREATED        STATUS        PORTS
NAMES
1d3333742041   prestadock_app_dev                  "/bin/sh -c 'apachec..." 3 weeks ago   Up 2 weeks   0.0.0.0:80->80/tcp
prestadock_app_dev_1
43215aa63e44   phpmyadmin/phpmyadmin              "/docker-entrypoint.s..." 3 weeks ago   Up 2 weeks   0.0.0.0:8080->80/tcp
prestadock_phpmyadmin_1
67b663ecf776   mysql:5.7                           "docker-entrypoint.s..." 3 weeks ago   Up 2 weeks   0.0.0.0:3306->3306/tcp, 3306
0/tcp, prestadock_mysql_1

```

Figura 32. Información general de las imágenes creadas de Docker. Fuente: Autor.

Para finalizar, se va a la dirección IPv4 del servidor para realizar la instalación de PrestaShop desde su asistente de instalación, su interfaz se aprecia en la Figura 33.

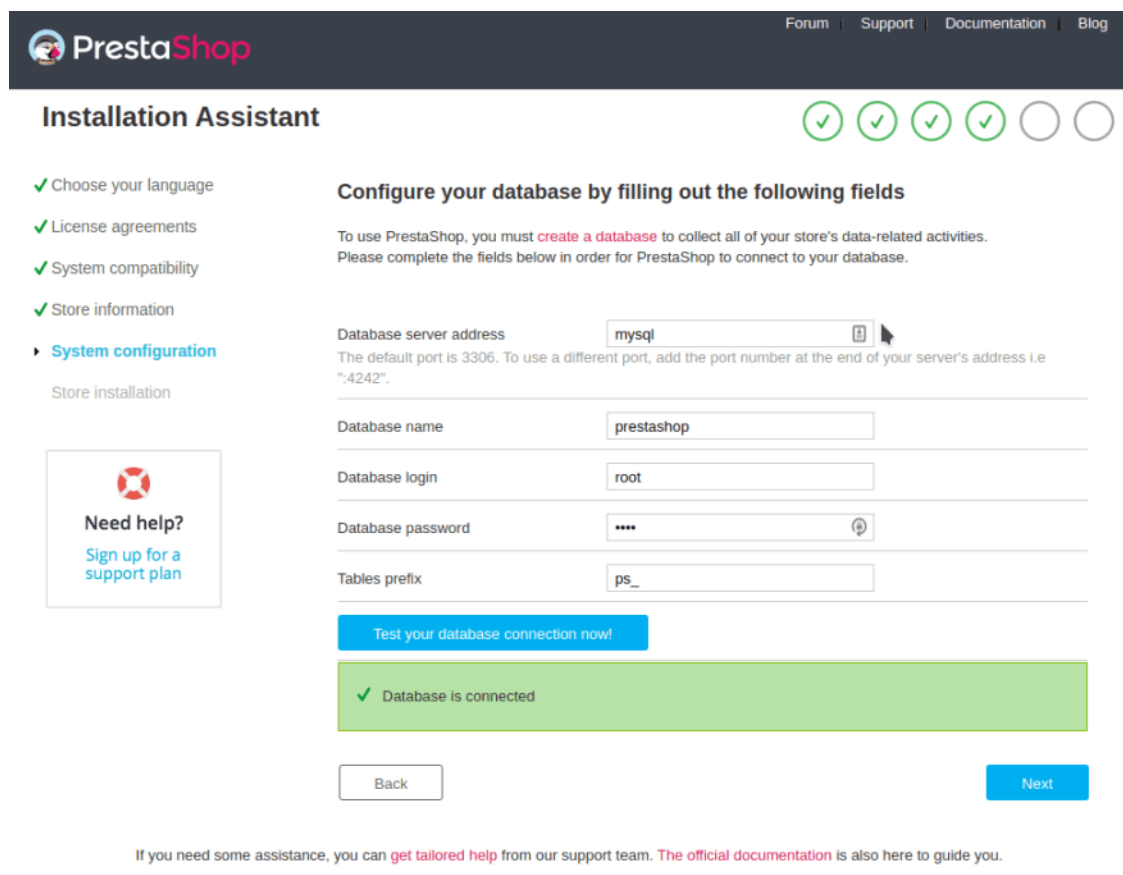


Figura 33. Asistente de instalación de Presta Shop. Aquí se aprecia un paso importante, donde se conecta la base de datos con los datos de usuario y contraseña dados en el paso de la figura 31.





Fuente: Autor.

2.3.2. Adecuación de la Base de Datos

En esta fase se debe vincular el producto mediante una URL con su modelo 3D almacenado en Amazon SC3 para posteriormente poder superponer dicho modelo sobre el video de la cámara

cuando se seleccione ese producto en el catálogo. Sin embargo, un problema que posee PrestaShop al ser un CMS (ya que limita lo que puede hacer el desarrollador) es que no permite agregar campos personalizados en los productos de manera sencilla a través de su interfaz de administración. En consecuencia, se debe recurrir a modificar directamente sus archivos, los cuales están contruidos a partir de “Symphony”. Para esto se comienza modificando la tabla “ps_product_lang” (la cual es la encargada de manejar la entidad de los productos en PrestaShop) agregándole el atributo “LinkAR”, como se ve en la Tabla 17, donde almacenaremos la URL a manera de un campo de texto.

Tabla 17. Tabla de la entidad productos de PrestaShop modificada con la adición de LinkAR. Fuente: Autor.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado
1	id_product 	int(10)		UNSIGNED	No	Ninguna
2	id_shop 	int(11)		UNSIGNED	No	1
3	id_lang  	int(10)		UNSIGNED	No	Ninguna
4	description	text	utf8_general_ci		Sí	NULL
5	<u>LinkAR</u>	text	utf8mb4_general_ci		Sí	NULL
6	description_short	text	utf8_general_ci		Sí	NULL
7	link_rewrite	varchar(128)	utf8_general_ci		No	Ninguna
8	meta_description	varchar(512)	utf8_general_ci		Sí	NULL
9	meta_keywords	varchar(255)	utf8_general_ci		Sí	NULL

Teniendo el campo en la base de datos se prosigue con dar de alta el nuevo campo en la clase asociada a los productos en la ruta “/override/classes” agregando el fichero “Product.php” con el código de la Figura 34.

```

root@1d3333742041:/var/www/html/override/classes# cat Product.php
<?php

class Product extends ProductCore
{
    public $LinkAR;

    public function __construct($id_product = null, $full = false, $id_lang = null, $id_shop = null, Context $context = null){
        Product::$definition['fields']['LinkAR'] = array('type' => self::TYPE_HTML, 'lang' => true, 'validate' => 'isString');
        parent::__construct($id_product, $full, $id_lang, $id_shop, $context);
    }
}
?>

```

Figura 34. Código agregado al archivo creado “Product.php”.

Fuente: Autor.

Ahora se dan de alta los campos para que el admin reconozca y se guarde la información correspondiente. Esto se logra modificando el archivo correspondiente a la ruta “/src/PrestaShopBundle/Form/Admin/Product/ProductInformation.php” agregándole el código de la Figura 35.

```

->add('LinkAR', 'PrestaShopBundle\Form\Admin\Type\TranslateType', array(
    'type' => 'Symfony\Component\Form\Extension\Core\Type\TextareaType',
    'options' => [
        'attr' => array('class' => 'autoload_rte'),
        'required' => false
    ],
    'locales' => $this->locales,
    'hideTabs' => true,
    'label' => $this->translator->trans('LinkAR', [], 'Admin.Global'),
    'required' => false
))

```

Figura 35. Código agregado al archivo "ProductInformation.php".

Fuente: Autor.

Para que el sistema identifique dentro del entorno el campo “LinkAR” se le asigna una clave única y otra de traducción al archivo “AdminModelAdapter.php” de la ruta “/src/PrestaShopBundle/Model/Product” con el código mostrado en la Figura 36.

```

private $translatableKeys = array(
    'name',
    'description',
    'LinkAR',
    'description_short',
    'link_rewrite',
    'meta_title',
    'meta_description',
    'available_now',
    'available_later',
    'tags',
    'delivery_in_stock',
    'delivery_out_stock',
);

/**
 * Defines unused key for manual binding.
 *
 * @var array
 */
private $unmapKeys = array(
    'name',
    'description',
    'LinkAR',
    'description_short',
    'images',
    'related_products',
    'categories',
    'suppliers',
    'display_options',
    'features',
    'specific_price',
    'virtual_product',
    'attachment_product',
);

```

Figura 36. Código 1 agregado al archivo "AdminModelAdapter.php". Fuente: Autor.

Igualmente, en el mismo fichero se incluye el mapeo para el campo como me muestra en la Figura 37.

```

private function mapStep1FromData(Product $product)
{
    return array(
        'type_product' => $product->getType(),
        'inputPackItems' => [
            'data' => array_map(
                function ($p) {
                    return [
                        'id' => $p->id,
                        'id_product_attribute' => isset($p->id_pack_product_a
attribute)
                            ? $p->id_pack_product_attribute
                            : 0,
                        'name' => $p->name,
                        'ref' => $p->reference,
                        'quantity' => $p->pack_quantity,
                        'image' => $p->image,
                    ];
                },
                $this->packAdapter->getItems($product->id, $this->locales[0]['id_lang'])
            ),
            'name' => $product->name,
            'description' => $product->description,
            'LinkAR' => $product->LinkAR,
            'description_short' => $product->description_short,
            'active' => $product->active == 0 ? false : true,
            'price_shortcut' => $product->price,
            'qty_0_shortcut' => $product->getQuantity($product->id),
            'categories' => ['tree' => $product->getCategories()],
            'id_category_default' => $product->id_category_default,

```

Figura 37. Código 2 agregado al archivo "AdminModelAdapter.php". Fuente: Autor.

Ya se puede implementar el nuevo campo, y para esto se agrega un cajón de texto de “LinkAR” para la creación de producto. Esto se hace realizando dos modificaciones de código en la ruta “/src/PrestaShopBundle/Form/Admin/Resources/views/Admin/Product/ProduPage/Panels/essentials.html.twig”, código mostrado en las Figuras 38 y 39.

```

<ul class="nav nav-tabs bordered">
  <li id="tab_description_short" class="nav-item"><a href="#description_short" data-toggle="tab" class="nav-link description-short-tab active">{{ 'Summary'|trans({}, 'Admin.Catalog.Feature') }}</a></li>
  <li id="tab_description" class="nav-item"><a href="#description" data-toggle="tab" class="nav-link description-tab">{{ 'Description'|trans({}, 'Admin.Global') }}</a></li>
  <li id="tab_LinkAR" class="nav-item"><a href="#LinkAR" data-toggle="tab" class="nav-link description-tab">{{ 'LinkAR'|trans({}, 'Admin.Global') }}</a></li>
</ul>

```

Figura 38. Código 1 agregado al archivo "essentials.html.twig".

Fuente: Autor.

```

<div class="tab-content bordered">
  <div class="tab-pane panel panel-default active" id="description_short">
    {{ form_widget(formShortDescription) }}
  </div>
  <div class="tab-pane panel panel-default " id="description">
    {{ form_widget(formDescription) }}
  </div>
  <div class="tab-pane panel panel-default " id="LinkAR">
    {{ form_widget(form.step1.LinkAR) }}
  </div>
</div>

```

Figura 39. Código 2 agregado al archivo "essentials.html.twig".

Fuente: Autor

Programación de la aplicación

Luego de terminar el servicio de la base de datos y la página web, se inicia el proceso de desarrollo de la app. Este proceso se dividió en escenas que están presentes en Unity como se observa en la Figura 40.

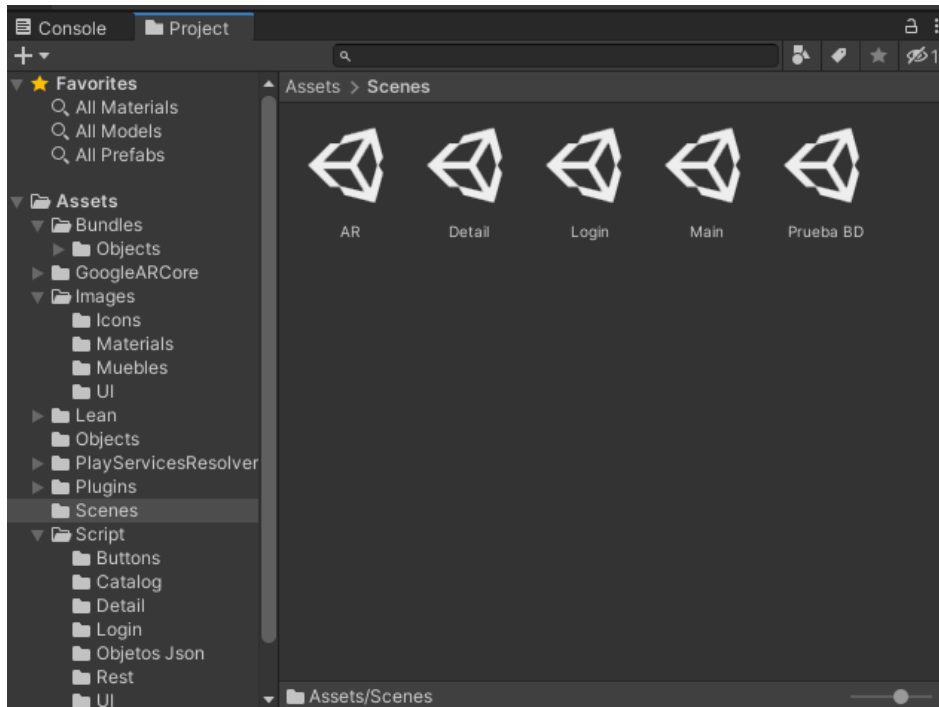


Figura 40. Escenas del sistema creadas en Unity. Fuente: Autor.

Se empieza por la escena “Main”, la cual se encarga de mostrar el catálogo de los muebles existentes en la página; para ello se creó el script que utiliza el API Rest nativo Prestashop, el código del script se puede apreciar en la Figura 41 y el script que consume la API en la Figura 42.

```

1 referencia
IEnumerator APIMuebles(string tipe, string filter)
{
    string categoria = "";
    yield return StartCoroutine(APICategorias());
    categoria = getCategory(SelectedDrop());
    yield return StartCoroutine(GET("products", "[id,name,price,description_short,id_default_image,linkAR]",
        tipe, filter, "&filter[id_category_default]=%" + categoria + "%&price[price][use_tax]=1"));
    Muebles = JsonUtility.FromJson<ProductosList>(JSONResult);
    foreach (productos EachSite in Muebles.products)
    {
        var link = EachSite.LinkAR.Replace("<p>", "");
        link = link.Replace("</p>", "");
        GetComponent<Catalog>().AddItem(EachSite.name,
            EachSite.id_default_image, EachSite.id,
            EachSite.price, EachSite.description_short,
            link);
    }
    GetComponent<Catalog>().GroupItem();
}

```

Figura 41. Script para llenar el catálogo. Fuente: Autor.

```

2 referencias
IEnumerator GET(string ObjectBD, string Vars, string tipefilter, string filters, string otros)
{
    string url = urlBase + ObjectBD + "/" + urlDisplay + Vars + urlfilter + tipefilter + "-" + filters + otros + urlFormat + urlKey;
    using (UnityWebRequest www = UnityWebRequest.Get(url))
    {
        yield return www.SendWebRequest();
        if (www.isNetworkError)
        {
            Debug.Log(www.error);
        }
        else
        {
            if (www.isDone)
            {
                JsonResult = www.downloadHandler.text;
                yield return JsonResult;
                //Debug.Log(result);
            }
        }
    }
}

```

Figura 42. Script para consumir el API. Fuente: Autor.

De esta misma forma se diseñaron otros scripts, como los de gestión del logo de la empresa que está relacionada con la tienda virtual. En la figura 43 se puede notar como se hace uso de una conversión a base64 de la imagen para su persistencia y a así no verse en la necesidad de descargarla varias veces.

```

1 referencia
IEnumerator APILogo(string cat, string tipe)
{
    if (isLogo == "")
    {
        yield return StartCoroutine(GetImage(cat, tipe));
        Texture2D tex = (Texture2D)textureLogo;
        // if texture is png otherwise you can use tex.EncodeToJPG().
        byte[] texByte = tex.EncodeToPNG();

        // convert byte array to base64 string
        string base64Tex = Convert.ToBase64String(texByte);

        PlayerPrefs.SetString("Logo", base64Tex);
    }
    else
    {
        yield return textureLogo = DecodeImage(PlayerPrefs.GetString("Logo"));
        GameObject.Find("Image_Logo").GetComponent<RawImage>().texture = textureLogo;
    }
}

```

Figura 43. Script de carga de logo. Fuente: Autor.

Una vez completada escena “Main” (ver Figura 44) y que los muebles se listaran correctamente, se agregaron otros detalles como búsqueda y filtros por categoría.

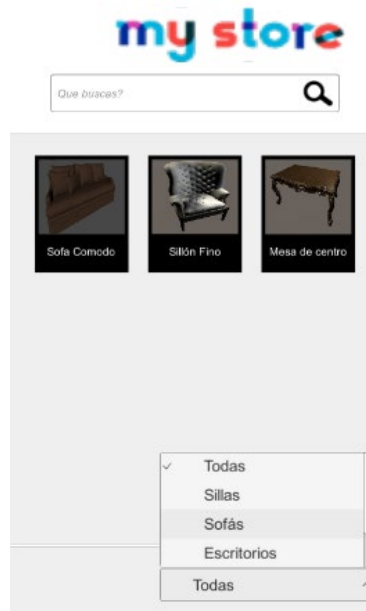


Figura 44. Escena "Main". Fuente: Autor.

La siguiente escena en la lista de desarrollo fue “Detail” mostrada en la Figura 45, la cual conecta con “Main” por medio de los objetos del catálogo; al seleccionar alguno este carga los datos necesarios a la siguiente escena mostrando así sus características (nombre, precio, descripción, LinkAR e imagen), si en el momento de su creación se le vinculo al mueble un objeto virtual se mostrará el botón AR con el que podrá visualizar el mueble en la siguiente escena.

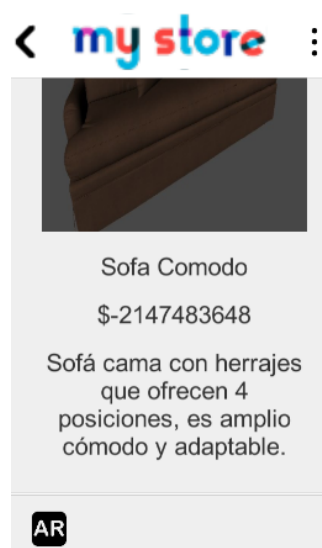


Figura 45. Escena "Detail". Fuente: Autor.

Algo que vale la pena resaltar en esta escena es el hecho que para la comunicación entre escenas se utiliza la función PlayerPrefs que ya existente en Unity y se muestra en la Figura 46; en la cual previamente se almacenaron los datos al momento en que se seleccionó el mueble del catálogo.

```
void Start()
{
    FillInfo(PlayerPrefs.GetString("titulo"),
            PlayerPrefs.GetString("descripcion"),
            PlayerPrefs.GetString("precio"),
            PlayerPrefs.GetString("iamge")
            );
}
```

Figura 46. Script para rescatar la información que se usó. Fuente: Autor.

Para la escena “AR” se descargó con antelación el package de ARCore para Unity que se encuentra en su página principal, el cual contiene el SDK con el que se trabajan estas escenas. Se puede ver el contenido de ARCore en la Figura 47.

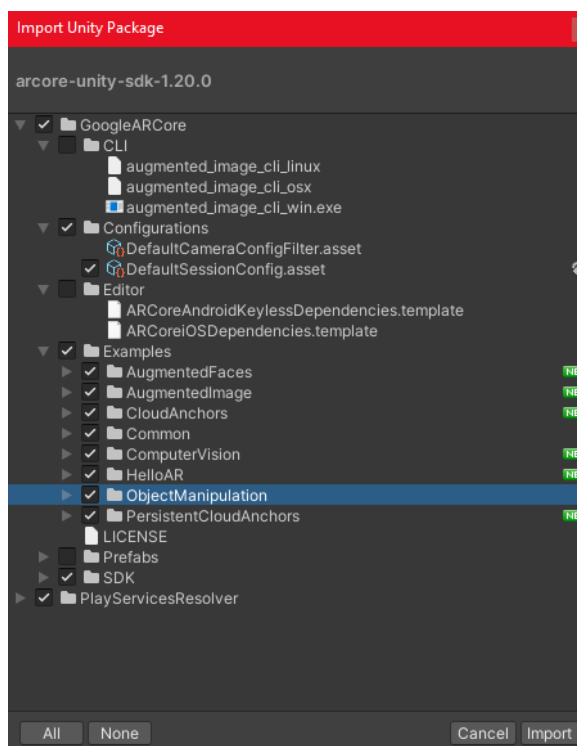


Figura 47. Package ARCore. Fuente: Autor.

En este caso se implementó el `ObjectManipulation` para poder maniobrar los objetos de los muebles instanciados de manera sencilla por medio de los gestos táctiles del celular. Una vez iniciada la escena, descargara el mueble en el cual se encontrase en la anterior escena “Detail”, mostrando el progreso en un recordó flotante mostrado en la Figura 48.

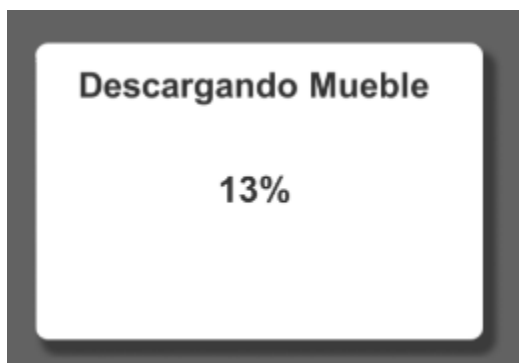


Figura 48. Pantalla de carga al descargar un mueble. Fuente: Autor.

Para realizar la descarga de los muebles, estos fueron etiquetados y comprimidos como `Asset Bundle` para ser subidos al servicio Amazon S3 en el que se depositan y almacenan los mismos, y el cual proporciona el link que se asocia al crear el mueble, este proceso se aprecia mejor en las Figuras 49, 50, 51 y 52.

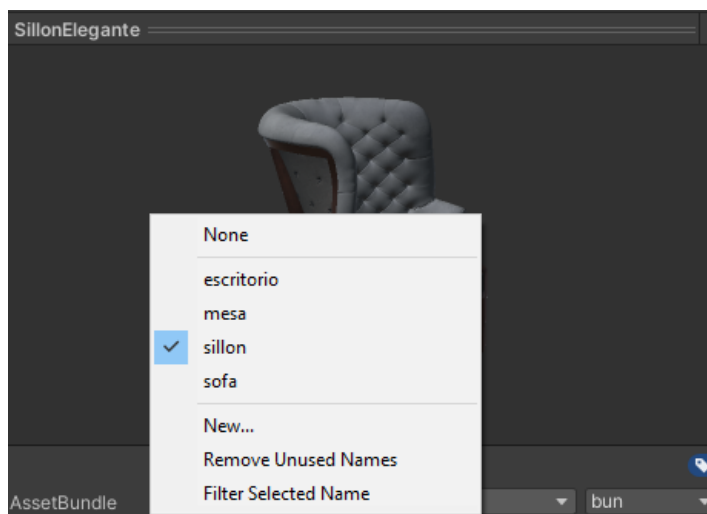


Figura 49. Etiquetado de los prefabs. Fuente: Autor.


```

1 referencia
IEnumerator DownloadBundle()
{
    var title = "";
    using (UnityWebRequest uwr = UnityWebRequestAssetBundle.GetAssetBundle(URL, 0))
    {
        StartCoroutine(DownloadProgress(uwr));
        yield return uwr.SendWebRequest();

        if (uwr.isDone)
        {
            Notificacion.SetActive(false);
        }
        if (uwr.isNetworkError || uwr.isHttpError)
        {
            Debug.Log(uwr.error);
        }
        else
        {
            // Get downloaded asset bundle
            bundleResource = DownloadHandlerAssetBundle.GetContent(uwr);
            foreach (string s in bundleResource.GetAllAssetNames())
            {
                title = s;
                title = title.Replace("assets/bundles/objects/prefabs/", "");
                Debug.Log(title);
            }
        }
    }
}

```

Figura 52. Script de descarga del asset bundle. Fuente: Autor.

Una vez termina la descarga se selecciona en qué lugar de la malla captada por la aplicación se quiere que aparezca el mueble, en la parte inferior se encuentra una lista horizontal con los muebles disponibles.

Los toques finales de esta fase fueron los dos botones ubicados en la esquina superior derecha de la pantalla como se puede apreciar en la Figura 53, el superior con forma de ojo se encarga de mostrar u ocultar la malla con fines estéticos; el inferior con forma de corazón se encarga de tomar y compartir un screen shot de la aplicación con otras aplicaciones en el dispositivo móvil, ya sea WhatsApp u otras plataformas.



Figura 53. Escena “Main” terminada con dos muebles posicionados. Fuente: Autor.

Finalmente, la última escena trabajada fue el “Login”, esta hace uso de la API Rest para consultar los usuarios existentes en la aplicación, al igual que registrar nuevos. Para poder verificar los usuarios existentes, en específico su contraseña, se aplicó una librería que permitiera trabajar con el cifrado de una sola vía BCrypt, el cual compara el string que se le envía y solo envía una respuesta si es correcta o no. Este proceso tiene tres scripts principales mostrados en las Figuras 54, 55 y 56.

```

1 referencia
IEnumerator APILogin(string email, string pass)
{
    yield return StartCoroutine(GET("customers", "[id,email,passwd]", "[email]", email, ""));
    if (JSONResult == "[ ]")
    {
        this.GetComponent<CanvasAdmin>().ShowNotify("Ups!", "El Usuario no existe");
    }
    else
    {
        Usuarios = JsonUtility.FromJson<UsuariosList>(JSONResult);
        foreach (customers usuario in Usuarios.customers)
        {
            if (ValidatePassword(pass, usuario.passwd))
            {
                GameObject.Find("EventSystem").GetComponent<SceneSelector>().ChargeScene("Main");
            }
            else
            {
                this.GetComponent<CanvasAdmin>().ShowNotify("N00000", "Contraseña incorrecta");
            }
        }
    }
}
}

```

Figura 54. Verificación de usuarios. Fuente: Autor.

```

1 referencia
IEnumerator POST(string url)
{
    string nombre= GameObject.Find("InputField_Nombre").GetComponent<InputField>().text;
    using (UnityWebRequest www = UnityWebRequest.Put(url, Esquema))
    {
        Debug.Log(url);
        www.method="POST";
        www.uploadHandler.contentType = "application/xml";
        yield return www.SendWebRequest();
        if (www.isNetworkError || www.isHttpError)
        {
            Debug.Log(www.error);
            Debug.Log(www.downloadHandler.text);
        }
        else
        {
            if (www.isDone)
            {
                this.GetComponent<CanvasAdmin>().ChangeCanvasLogin();
                this.GetComponent<CanvasAdmin>().ShowNotify("Exito Maximooo", "El usuario "+nombre+" se ha creado correctamente!!");
            }
        }
    }
}
}

```

Figura 55. Script de creación de usuarios. Fuente: Autor.

```

1 referencia
public static bool ValidatePassword(string password, string correctHash)
{
    return BCrypt.Net.BCrypt.Verify(password, correctHash);
}
}

```

Figura 56. Función para validar el password, notar que se hace uso de BCrypt. Fuente: Autor.

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSION

La razón de este proyecto reside en lograr simular mediante tecnología de realidad amentada una experiencia cercana a la real, para poder proporcionarle al usuario una integración lo más amena posible al catálogo de productos que se le ofrece, esto sin dejar de lado características como calidad, mantenibilidad, escalabilidad, seguridad, funcionalidad, usabilidad y eficiencia.

3.1. Servidor

Amazon AWS ofreció una cobertura muy amplia a lo largo del uso del servidor, brindando opciones de administrador realmente útiles como se muestra en la Figura 57.

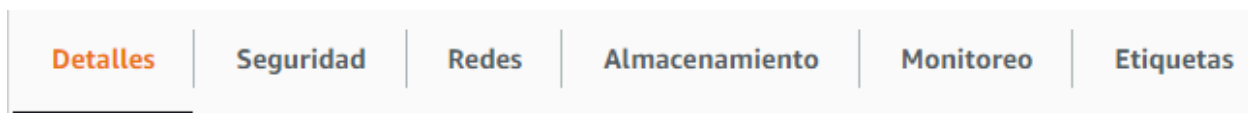


Figura 57. Pestañas para administrar una instancia en Amazon EC2. Fuente: Autor.

En el monitoreo del sistema existen catorce trackings que se pueden hacer a lo largo de la vida de la instancia creada. Antes de proseguir hay que mencionar tres momentos claves en ellas que van a resaltar; el primero es la descarga del git y la instalación de la imagen Docker, el segundo un bug presentado al ingresar un parámetro erróneo en el sistema que obligo al reinicio de la instancia y finalmente un monto donde se descargó de nuevo el paquete git, pero no se usó y se borró. Los resultados del monitoreo son los siguientes:

➤ **Utilización de la CPU (%):** La Figura 58 describe el uso del procesador de la instancia creada. El consumo del servicio de página web tanto como usuario, como administrador no utiliza una significativa cantidad de CPU por lo que el servidor estará siempre fluido (evaluado para 3 usuarios consumiendo al mismo tiempo).

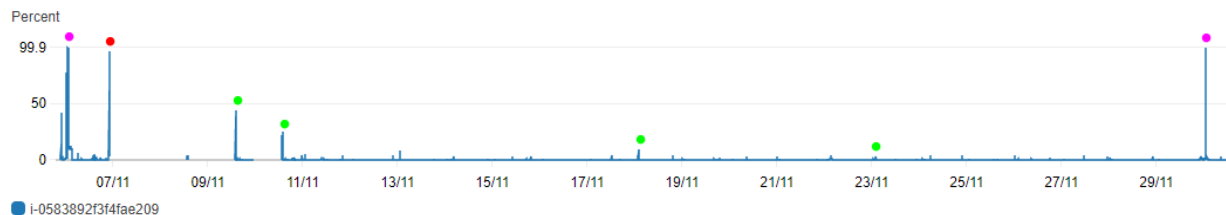


Figura 58. Uso de CPU de la instancia donde se ve el pico de descarga/instalación del git (violeta), pico de bug (rojo) y pico de consumo del servicio por usuarios (verde). Fuente: Autor.

➤ **Comprobación de estado no superada (cualquiera) (recuento):** La Figura 59 describe el monitoreo que realiza automáticamente AWS cada minuto para conocer el estado de la instancia y del sistema, e informar si hay algún problema para que la misma no pueda ejecutarse. Se puede ver un alce al inicio donde el estado del sistema indicó que el mismo no podía iniciarse debido a un bug y debió reiniciarse para arreglarlo.

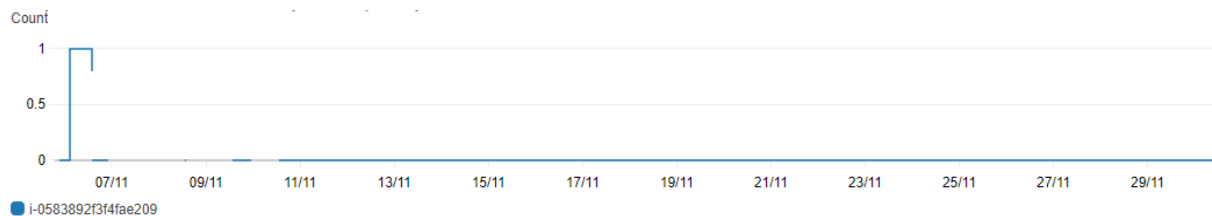


Figura 59. Comprobación de estado no superada (cualquiera), se nota un alce en el momento que se dio un bug. Fuente: Autor.

➤ **Comprobación de estado no superada (instancia) (recuento):** La Figura 60 al igual que el anterior ítem muestra un estado, pero esta vez de solo el estado de la instancia.

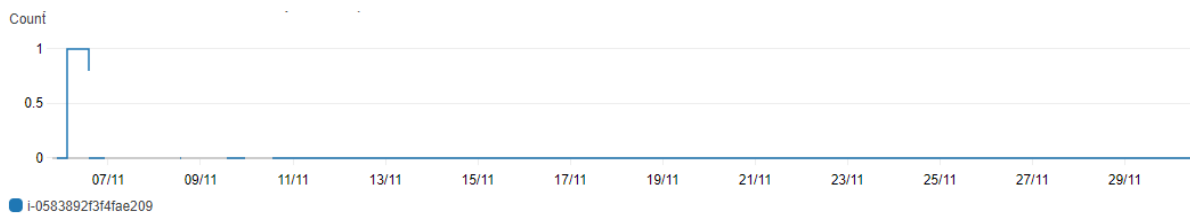


Figura 60. Comprobación de estado no superada (instancia), se nota un alce en el momento que se dio el bug. Fuente: Autor.

➤ **Comprobación de estado no superada (sistema) (recuento):** La Figura 61 al igual que los últimos dos ítems muestra un estado, pero esta vez de solo el estado del sistema. Si se interpreta con la anterior grafica se ve que el problema presentado con el bug solo afecto al estado de la instancia y no al del sistema.

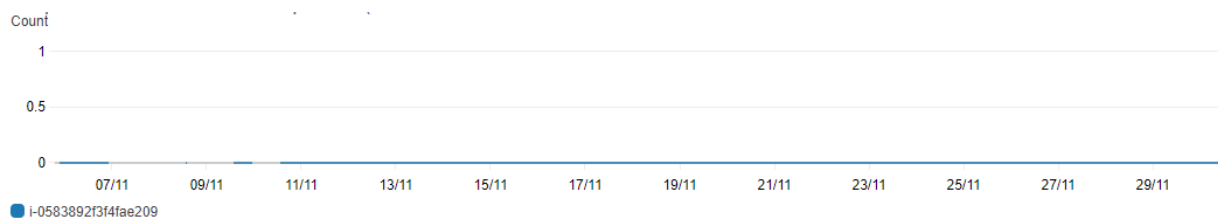


Figura 61. Comprobación de estado no superada (sistema), no se presentó ningún problema en ninguna comprobación. Fuente: Autor.

➤ **Entrada de red (bytes):** La Figura 62 describe el tráfico de datos de entrada en bytes de la instancia. Se observan dos picos destacables donde en ambos se muestra el momento en el que se descargó el git con el Docker de la página y la base de datos, sin embargo, solo en el primer caso se instaló. Otra cosa que es pertinente mencionar es el bajo uso de la red, incluso cuando se agregaban productos o se realizaban modificaciones como administrador.

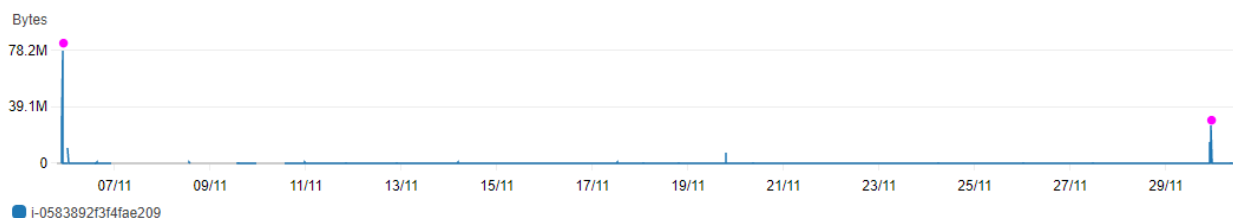


Figura 62. Flujo de datos de entrada a la instancia en bytes, con dos picos que muestran la descarga del git (violeta). Fuente: Autor.

➤ **Salida de red (bytes):** La Figura 63 describe el tráfico de datos de salida en bytes de la instancia. Se observa como varios de los picos principales marcados en verde concuerdan con picos principales del uso del CPU, por lo que se puede presumir que gran

parte del consumo de CPU es debido a la salida de datos de red. Otra cosa que es pertinente mencionar es el bajo uso de la red, incluso cuando se agregaban productos o se realizaban modificaciones como administrador.

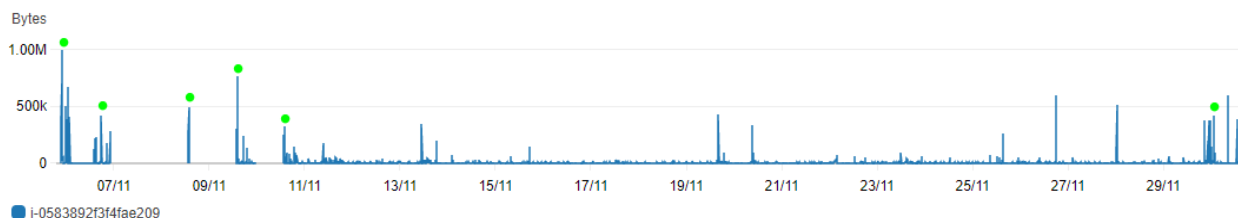


Figura 63. Salida de red en bytes, varios picos (verde) corresponden con picos del consumo del CPU. Fuente: Autor.

➤ **Paquetes de entrada de red (recuento):** La Figura 64 muestra el flujo de paquetes de entrada en la instancia donde destaca el alza en la descarga e instalación del Docker con PrestaShop y la Base de datos, el resto de tiempo el consumo de paquetes de entrada es mínimo.



Figura 64. Paquetes de entrada de red. Fuente: Autor.

➤ **Paquetes de salida de red (recuento):** La Figura 65 muestra el flujo de paquetes de salida en la instancia donde destaca el alza en la descarga e instalación del Docker con PrestaShop y la Base de datos, el resto de tiempo el consumo de recursos para paquetes de salida es mínimo.

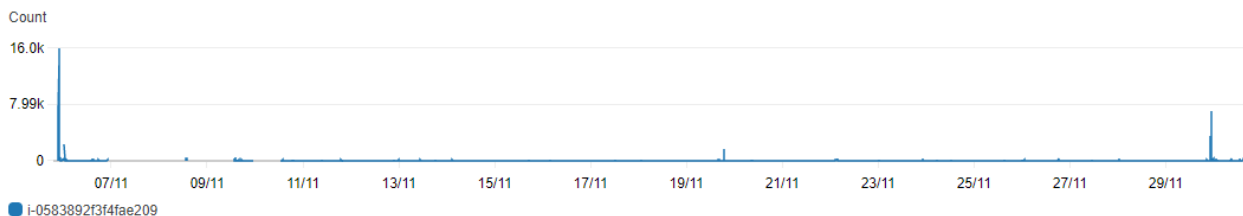


Figura 65. Paquetes de salida de red. Fuente: Autor.

➤ **Otros:** Algunos de los sistemas adicionales de monitoreo que no se mencionaran aquí debido a que no fueron usados o no son relevantes, se tratan en el Anexo 5.

3.2. Resultados página web y base de datos

Ya que no se contaba con mucho tiempo, la imagen de Docker que contenía la última versión de PrestaShop, mysql y phpmyadmin resulto ideal para el desarrollo de este proyecto. Ya que, puede acoplarse con gran facilidad a cualquier cliente que desee adquirir el servicio de AR ofrecido por Ide@Soft; mostrando una interfaz predeterminada con un gran diseño y muebles que pueden ser consumidos por la aplicación como ejemplo. La imagen de la página web para el usuario se aprecia mejor en la Figura 66.

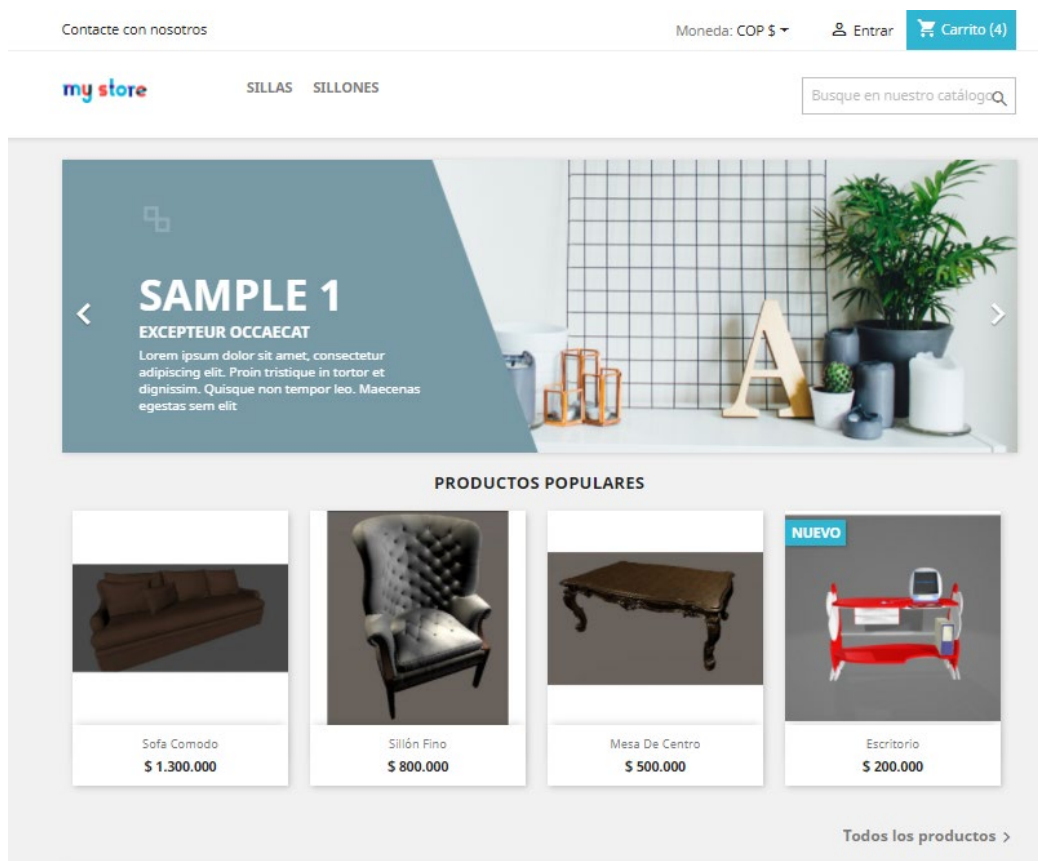


Figura 66. Página principal de la página web. Fuente: Autor.

Igualmente ofrece otras facilidades para el usuario y el cliente como el uso de un registro de usuario, cambio de sistema monetario, cambio de lenguaje y una pasarela de pagos como se puede ver en las Figura 67 y 68.

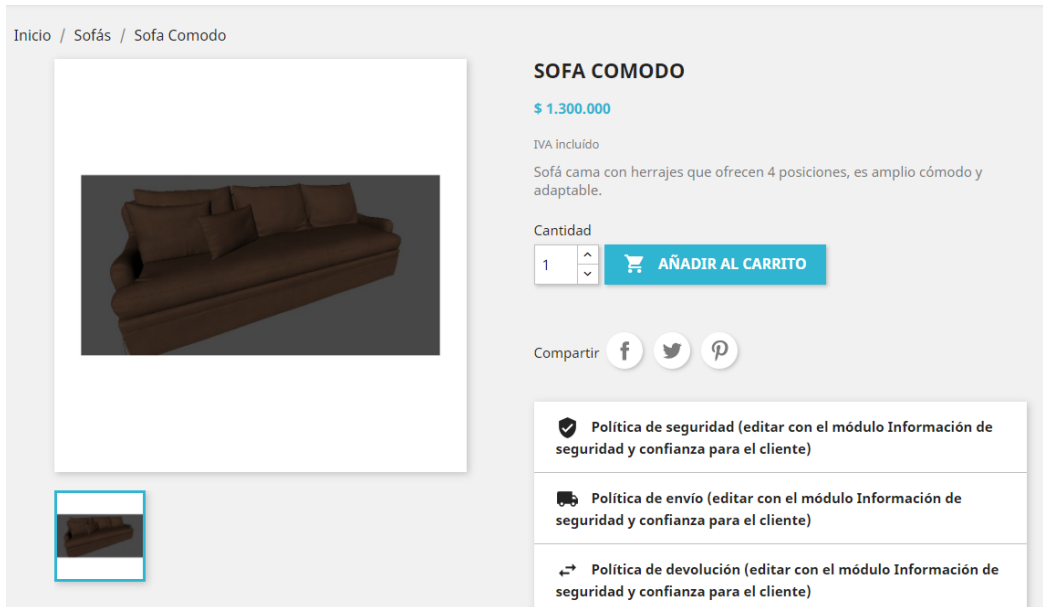


Figura 67. Página de muestra de producto. Fuente: Autor.

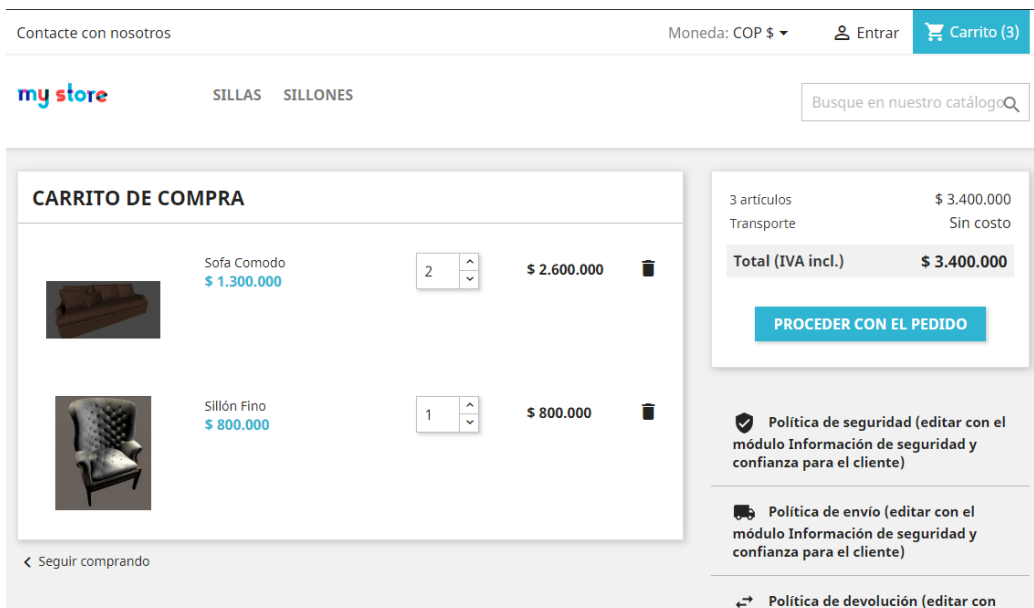


Figura 68. Página de carrito de compras. Fuente: Autor.

Sin embargo, el mayor fuerte es la administración entera del negocio desde la página del administrador, donde hay características que permiten manejar el negocio en aspectos como: los pedidos, el catálogo, los clientes, el servicio al cliente y estadísticas (búsquedas, stock, distribución, etc.), y manejar otros aspectos con un enfoque en el diseño interno de la página como: módulos (característica distintiva de PrestaShop), diseño, transporte, pago, advertising e idiomas. Como se aprecia en la Figura 69.

The screenshot shows the PrestaShop 1.7.6.8 administrator interface. The main content area is titled 'Productos' and displays a table of products. The table has columns for ID, Imagen, Nombre, Referencia, Categoría, Precio (sin IVA), and Precio (IVA incl.). The products listed are:

ID	Imagen	Nombre	Referencia	Categoría	Precio (sin IVA)	Precio (IVA incl.)
8		Escritorio		Escritorios	\$ 168.067	\$ 200.000
6		Mesa de centro		Mesas	\$ 420.168	\$ 500.000
5		Sillón Fino		Sillones	\$ 672.269	\$ 800.000
4		Sofa Comodo		Sofás	\$ 1.092.437	\$ 1.300.000

Figura 69. Página administrar productos. Fuente: Autor.

La última ventaja que cabe resaltar en el uso de PrestaShop es su curva de aprendizaje, la cual, al tener una interfaz intuitiva y una sección de entrenamiento, el administrador puede aprender a usarla con gran fluidez y facilidad en poco tiempo.

A pesar de todo tiene una complicación, y este proyecto se topó parcialmente con ella al tener la necesidad de manejar un campo extra para las tablas de productos añadiendo una URL como campo de texto; al ser una “plantilla” para implementar negocios web tiene limitaciones en cuanto a lo que puede llegar a hacer con respecto a modificaciones, si no se tiene un conocimiento amplio del área de programación web, hacer modificaciones más allá de lo que la misma CMS permite

resultara complicado. En la Figura 70 se puede apreciar la pestaña añadida “LinkAR” para el nuevo atributo del producto.



Figura 70. Página para agregar un producto. Fuente: Autor.

3.3. Resultados aplicativos

El producto final obtenido desde el desarrollo cumplido con las expectativas que tenía la empresa del miso, esto se puede corroborar con la carta de aceptación del Anexo 5. Aunque si bien es cierto que como primera versión todavía tiene varios aspectos a mejorar; principalmente el diseño, el cual se estableció que debía ser acorde a la empresa que adquiriera este servicio de Ide@Soft.

Otro aspecto a destacar es la compatibilidad; la aplicación es compatible con 385 dispositivos diferentes, los cuales no son una gran cantidad en el mercado hoy en día. A pesar que actualmente no es tan amplia la compatibilidad, se espera que con futuras actualizaciones de ARCore más dispositivos sean compatibles con este tipo de tecnologías. En la Figura 71 se aprecia una descarga fallida por incompatibilidad y otra exitosa.

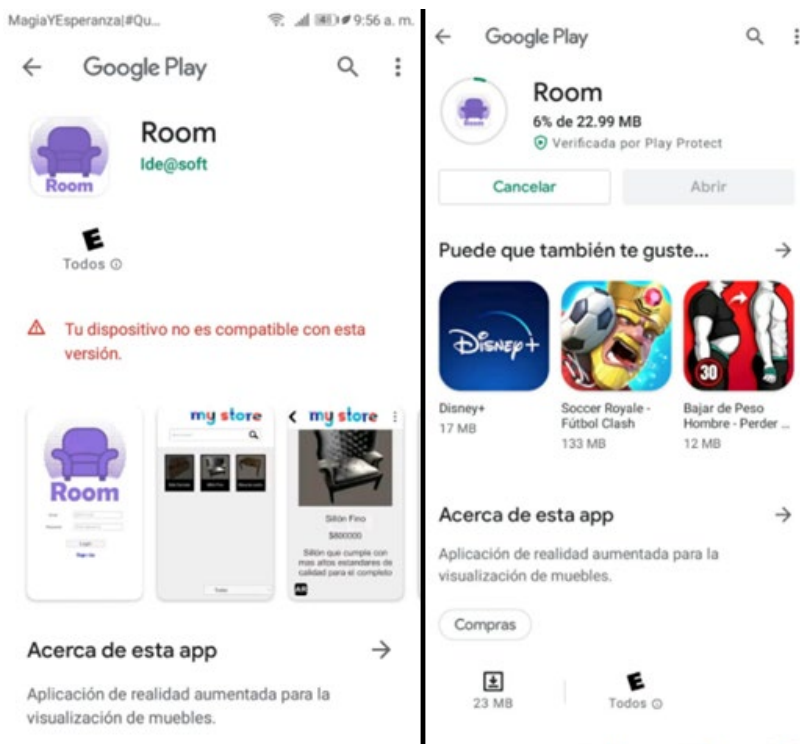


Figura 71. Pantalla de Google Play en caso de usar un dispositivo incompatible (izquierda) y uno compatible (derecha). Fuente: Autor.

Analizando la aplicación en cuanto a rendimiento, se observó que no presenta problemas de fluidez, ni rendimiento, aunque puede verse afectada al descargar los muebles en redes con poco ancho de banda.

Las notificaciones de estado del usuario se pueden mostrar con éxito según la empresa quiera indicarle al usuario algo de relevancia, como se ve en la Figura 72.



Figura 72. Pantalla de Sign Up con una notificación para el usuario. Fuente: Autor.

Con lo que respecta a el procesamiento de imágenes y la superposición; la detección de planos del dispositivo posee un rendimiento de muy alta calidad, pudiendo detectar un plano casi inmediatamente y sin problemas. Sin embargo, cabe aclarar que esto es en espacios con buena iluminación. La aplicación al detectar un plano, superpone una malla para que el usuario sepa dónde puede poner los objetos virtuales como se ve en la Figura 73.



Figura 73. Interfaz de la pantalla AR con una malla representando la detección del plano. Fuente: Autor.

Para que el usuario pueda apreciar una visión más real de la escena, tiene la opción de poder ocultar la malla del plano. Este detalle cambia considerablemente que tan realista se percibe la escena como se puede observar en la Figura 74 donde se compara una escena con malla y otra sin malla.

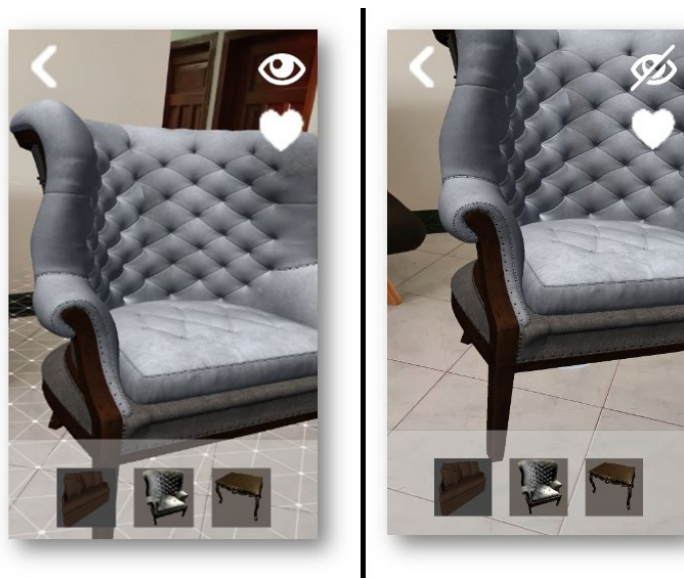


Figura 74. Interfaz de la pantalla AR con malla (izquierda) y con la malla oculta (derecha). Fuente: Autor.

La función anteriormente descrita es especialmente útil para complementar otra función propia de la aplicación; la cual permite al usuario compartir instantáneamente la escena que ha armado. Esta función se evidencia en la Figura 75.

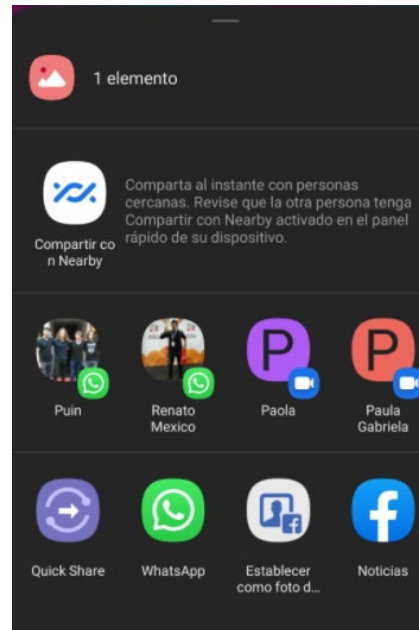


Figura 75. Función compartir escena de AR. Fuente: Autor.

CONCLUSIONES

- Como se vio en el seguimiento histórico, la realidad aumentada es una tecnología que aún está muy joven y requiere aun bastante investigación tanto en la parte de software como de hardware para aprovechar en su totalidad su potencial.
- A pesar de sus ventajas a nivel competitivo, algunas compañías aún siguen reacias a adoptar la realidad aumentada. Sin embargo, cada año las tendencias en el uso de la AR siguen creciendo de manera exponencial, por lo que en estos años se verá una transición mucho más marcada a este tipo de tecnología.
- El uso de una arquitectura adecuada ha permitido desarrollar una aplicación con una fluidez de alta calidad, además el uso de símbolos y el minimizar el texto ha hecho que la interfaz de la aplicación sea intuitiva y agradable al usar.
- Unity en conjunto con el SDK ARCore permitieron crear una aplicación de AR con altos estándares de calidad; equiparando este servicio de AR a otros grandes en el mercado como Pokémon go al dar una experiencia inmersiva para el usuario.
- El uso de la API Rest de Prestashop ayudo la integración con Unity pues contaba con una amplia documentación, ahorrando tiempo en el desarrollo de la misma. Esta característica permitirá ampliar a futuro aún más detalles para la aplicación móvil.
- De las pruebas de usabilidad se determinó que una interfaz sencilla facilita al usuario la experiencia, contribuyendo a que esta sea usada con más frecuencia y recomendada a otros usuarios.

RECOMENDACIONES

Se proponen a continuación, unas recomendaciones para tener presentes en futuros estudios:

- Las simulaciones son verdaderamente realistas, por lo que se debe intentar aplicarlas en otros ámbitos comerciales como adornos para el hogar, ropa o similares.
- Explorar la aplicación en otros OS como iOS exportando el contenido de ARCore a ARKit o ARFoundation para comprobar su rendimiento.
- Probar la aplicación en recursos más potentes como Gafas especiales para AR en vez de dispositivos móviles.
- Mejorar las características de la aplicación con el usuario como: permitirle cambiar el color a los objetos y los materiales o texturas.
- Explorar mejoras en la detección y simulación de la luz para hacer aún mas inmersiva la experiencia del usuario.

BIBLIOGRAFÍA

- Animation Boss. (07 de 08 de 2019). *The Lion King VFX Breakdown*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Animation Boss Online Animation, Gaming VFX News: <http://www.animationboss.net/the-lion-king-vfx/>
- Ayoubi, A. (21 de 09 de 2017). *IKEA Launches Augmented Reality Application*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Architect: https://www.architectmagazine.com/technology/ikea-launches-augmented-reality-application_o
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 355-385.
- Baum, L. F. (1901). *The Master Key: An Electrical Fairy Tale, Founded Upon The Mysteries Of Electricity And The Optimism Of Its Devotees*. Indianapolis: Bowen-Merrill.
- Beck, M., & Crié, D. (2018). I virtually try it ... I want it ! Virtual Fitting Room: A tool to increase on-line and off-line exploratory behavior, patronage and purchase intentions. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 279-286.
- Behringer, R., Klinker, G., & Mizell, D. (1999). *Augmented Reality: Placing Artificial Objects in Real Scenes*. Cleveland: CRC Press.
- Behringer, R., Tam, C., McGee, J., Sundareswaran, S., & Vassiliou, M. (2000). A Wearable Augmented Reality Testbed for Navigation and Control, Built Solely with Commercial-Off-The-Shelf (COTS) Hardware. *Proceeding IEEE and ACM International Symposium on Augmented*, 12-19.
- Bejarano Nicho, T. G., Marcos Mendoza, D., Pezo Mallcco, E. D., & Villanueva Enrique, A. (2020). *Milista.com*. Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.
- Bodhani, A. (2012). Shops offer the e-tail experience. *Engineering & Technology*, 46.
- Bohn, D. (24 de 02 de 2019). *Microsoft's HoloLens 2: a \$3,500 Mixed Reality Headset for the Factory, not the Living Room*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de The Verge: <https://www.theverge.com/2019/2/24/18235460/microsoft-hololens-2-price-specs-mixed-reality-ar-vr-business-work-features-mwc-2019>
- Boland, M. (27 de 12 de 2018). *990 Million ARKit & ARCore Smartphones in the Wild*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de ARInsider: <https://arinsider.co/2018/12/27/990-million-arkit-arcore-smartphones-in-the-wild/>
- Bond, S. (2016 de 07 de 2016). *After The Success Of 'Pokémon GO,' How Will Augmented Reality Impact Archaeological Sites?* Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Forbes:

- <https://www.forbes.com/sites/drsarahbond/2016/07/17/after-the-success-of-pokemon-go-how-will-augmented-reality-impact-archaeological-sites/?sh=76ba1ab042a1>
- Broll, W., Lindt, I., Herbst, I., Ohlenburg, J., Braun, A.-K., & Wetzel, R. (2008). Toward Next-Gen Mobile AR Games. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 40-48.
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented Reality: An Overview. Handbook of Augmented Reality. *Florida Atlantic University*, 3-46.
- Caudell, T., & Mizell, D. (1992). Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes. *Boeing Computer Services, Research and Technology*, 659-669.
- Chang, G., Morreale, P., & Medicherla, P. (2010). Applications of Augmented Reality Systems in Education. *In Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 1380-1385.
- Chapman, R., Riddle, D., & Merlo, J. (2009). *Techniques for Supporting the Author of Outdoor Mobile Multimodal Augmented Reality*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 53rd Annual Meeting.
- Cisco. (2019). *Cisco*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Musion 3D: <http://www.musion3d.co.uk/portfolio/cisco-2/>
- Cline, E. (2011). *Ready Player One*. Estados Unidos: Crown Publishing Group.
- Correa Wachter, J. F., Cardona Acosta, J. C., Galviz Cataño, D. F., Caycedo Sánchez, V. M., & Ramírez, J. G. (2019). Evolución del Ecommerce en Colombia. *Tendencias en la Investigación Universitaria: Una Vision desde Latinoamérica*, 132-149.
- CRC. (27 de 03 de 2017). *El Comercio, Electronico en Colombia, Analisis Integral y Perspectiva Regulatoria*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de CRCOM: https://www.crcom.gov.co/recursos_user/2017/ComElecPtd_0.pdf
- Cutler, B., Fowers, S., & Chang, W. (s.f.). *Holoportation*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Microsoft: <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/holoportation-3/>
- Davies, C. (28 de 06 de 2013). *Meta plans true augmented reality with Epson-powered wearable*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de SlashGear: <https://www.slashgear.com/meta-plans-true-augmented-reality-with-epson-powered-wearable-28266900/>
- Delgado, F., Abernathy, M., White, J., & Lowrey, B. (1999). *Real-Time 3-D Flight Guidance with Terrain for the X-38*. Orlando: Enhanced and Synthetic Vision 1999.

- Delgado, F., Altman, S., Abernathy, M., & White, J. (2000). Virtual Cockpit Window for the X-38 Crew Return Vehicle. *Enhanced and Synthetic Vision 2000*, 63-70.
- Diaz Aparicio, M. Y. (2019). *La implementación de las TICs hace mas competitivas a las Organizaciones*. Bogotá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- Dickson, P., Block, J., Echevarria, G., & Keenan, K. (2017). An Experience-based Comparison of Unity and Unreal for a Stand-alone 3D Game Development Course. *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 70-75.
- Diligent Team. (s.f.). *Comparativa de las 4 plataformas de eCommerce más conocidas 2017*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Diligent: <https://www.diligent.es/comparativa-de-las-5-plataformas-de-ecommerce-mas-conocidas/>
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 7-22.
- Evans, D., Murray, S., & Schmalensee, R. (2016). Why Online Retail Sales are Much Larger than US Census Data Report. *Revised Version of Draft Dated January*, 1-39.
- Feiner, S., Macintyre, B., & Sellgmann, D. (1993). Knowledge Based Augmented Reality. *Communications of the ACM*, 53-62.
- Fossum, E. (1993). *Active Pixel Sensors: Are CCD's Dinosaurs?* Pasadena: Jet Propulsion Laboratory.
- G2. (s.f.). *Compare Amazon Simple Storage Service (S3), DigitalOcean Spaces, Google Cloud Storage, and IBM Cloud Object Storage*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de G2: <https://www.g2.com/compare/amazon-simple-storage-service-s3-vs-digitalocean-spaces-vs-google-cloud-storage-vs-ibm-cloud-object-storage>
- Gartner. (01 de 04 de 2019). *Gartner Says 100 Million Consumers Will Shop in Augmented Reality Online and In-Store by 2020*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Gartner: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-04-01-gartner-says-100-million-consumers-will-shop-in-augme>
- George, D., & Morris, R. (1989). A Computer-Driven Astronomical Telescope Guidance And Control System With Superimposed Star Field And Celestial Coordinate Graphics Display. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 32-41.
- Guerra, J. P., Pinto, M. M., & Beatio, C. (2015). Virtual Reality - Shows a New Vision For Tourism And Heritage. *European Scientific Journal*, 49-54.

- Hall, J. (08 de 09 de 2017). *How Augmented Reality Is Changing The World Of Consumer Marketing*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Forbes: <https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2017/11/08/how-augmented-reality-is-changing-the-world-of-consumer-marketing/?sh=4acbb9cc54cf>
- Hopping, D. (2000). Technology in retail. *Technology in Society*, 63-74.
- Houchard, J., Kervin, P., African, J., Ku, D., Medran, R., & Lambe, J. (1994). *Orbital debris detection program highlights from the Air Force Maui Optical Station*. United States: Space Instrumentation and Dual-Use Technologies.
- Howard, M., Dhruv, G., & Raymond, P. H. (1992). The Value of Time Spent in Price-Comparison Shopping: Survey and Experimental Evidence. *Journal of Consumer Research*, 52-61.
- Huang, T.-L., & Liao, S. (2015). A model of acceptance of augmented-reality interactive technology: the moderating role of cognitive innovativeness. *Electronic Commerce Research*, 269-295.
- Huet, E. (24 de 02 de 2015). *Magic Leap CEO: Augmented Reality Could Replace Smartphones*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Forbes: <https://www.forbes.com/sites/ellenhuet/2015/02/24/magic-leap-ceo-augmented-reality-could-replace-smartphones/?sh=58babd562680>
- Hughes, C., & Stapleton, C. (06 de 2005). *The Shared Imagination: Creative Collaboration in Augmented Virtuality*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/Milgrams-continuum-with-examples-from-MCL-projects_fig1_244445536
- Ilyukha, V. (s.f.). *The Most Advanced AR Development Tools in 2020*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Jelvix: <https://jelvix.com/blog/5-best-tools-for-ar-development>
- Jaiswal, M. (2019). Software Architecture and Software Design. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2452-2454.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Haywood, K. (2010). Key Emerging Technologies for Postsecondary Education. *Horizon Report: Postsecondary Level*, 34-38.
- Julier, S., & Bishop, G. (2002). Tracking: How Hard Can It Be? *IEEE Computer Graphics and Applications*, 22-23.
- Julier, S., Baillet, Y., Lanzagorta, M., Brown, D., & Rosenblum, L. (2000). *BARS: Battlefield Augmented Reality System*. Washington, DC: Naval Research Laboratory.
- Kato, H. (1999). *ARToolKit*. Obtenido de HITLab: <http://ns1.hitl.washington.edu/artoolkit/>

- Kelly, M. (28 de 11 de 2018). *Microsoft secures \$480 million HoloLens contract from US Army*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de THE VERGE: <https://www.theverge.com/2018/11/28/18116939/microsoft-army-hololens-480-million-contract-magic-leap>
- Klopfer, E. (2008). *Augmented Learning: Research and Design of Mobile Educational Games*. Cambridge: MIT Press.
- Klopfer, E., & Sheldon, J. (2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. *NEW DIRECTIONS FOR YOUTH DEVELOPMENT*, 85-94.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Education Tech Research Development*, 203–228.
- Koyama, T. (2009). *Introduction to flartoolkit*. Adobe System Incorporated.
- KPIT. (18 de 11 de 2017). *How smart glasses are transforming backend processes in manufacturing*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Forbes: <https://www.forbesindia.com/blog/technology/how-smart-glasses-are-transforming/>
- Krevelen, V., & Poelman, R. (2010). A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, 1-20.
- Krueger, M. (1977). Responsive environments. *National Computer Conference*, 423-433.
- Kurzweil. (02 de 04 de 2013). *Meta's AR headset lets you play with virtual objects in 3D space*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Kurzweil accelerating intelligence: https://www.kurzweilai.net/metas-ar-headset-lets-you-play-with-virtual-objects-in-3d-space?utm_source=feedblitz&utm_medium=FeedBlitzEmail&utm_content=594480&utm_campaign=0
- Ladd, M. (26 de 12 de 2012). *LyteShot*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Crunchbase: <https://www.crunchbase.com/organization/lyteshot>
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., & Diamantaras, K. (2020). Enhancing the functionality of augmented reality using deep learning, semantic web and knowledge graphs: A review. *Visual Informatics*, 32-42.
- Lapowsky, I. (24 de 02 de 2015). *Magic Leap CEO Teases 'Golden Tickets' for Its Augmented-Reality Device*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Wired: <https://www.wired.com/2015/02/magic-leap-reddit/>

- Lee, H. Y., & Hyung, W. (12 de 2014). *A Study on Interactive Media Art to Apply Emotion Recognition*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/Myron-Krueger-Videoplace-1975_fig1_274621011
- Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *TechTrends*, 12-21.
- Lintern, G., Roscoe, S., & Sivier, J. (1990). Display Principles, Control Dynamics, and Environmental Factors in Pilot Training and Transfer. *HUMAN FACTORS*, 299-317.
- Liu, T.-Y. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. *Journal of Computer Assisted Learning*, 515-527.
- Ludlow, B. (2015). Virtual Reality: Emerging Applications and Future Directions. *Rural Special Education Quarterly*, 3–10.
- Makarov, A. (11 de 09 de 2020). *9 Augmented Reality Trends to Watch in 2020*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de MobiDev: <https://mobidev.biz/blog/augmented-reality-future-trends-2018-2020>
- Manning, L. (1933). *The Man Who Awoke*. United States: Ballantine Books.
- Maw, I. (2017 de 12 de 2017). *Introducing the First Enterprise-Class AR Video Calling Platform for Microsoft HoloLens*. Obtenido de engineering: <https://www.engineering.com/AdvancedManufacturing/ArticleID/16170/Introducing-the-First-Enterprise-Class-AR-Video-Calling-Platform-for-Microsoft-HoloLens.aspx>
- Medley, J. (14 de 01 de 2019). *Augmented reality for the web*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Web: <https://developers.google.com/web/updates/2018/06/ar-for-the-web>
- Mellado, M. (2011). *Development and Implementation of a Mobile AR-Based Assistance System on the Android-Platform for the SmartFactory*. Kaiserslautern: Ricardo Campos García.
- Merriam-Webster. (20 de 11 de 2020). *Augmented reality*. Recuperado el 23 de 11 de 2020, de Merriam-Webster: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/augmented%20reality>
- Milgram, P., Takemur, H., Utsumi, A., & Kishin, F. (1994). *Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. Kyoto: Telem manipulator and Telepresence Technologies (.).
- moghwan. (20 de 10 de 2020). *docker-prestashop-boilerplate*. Obtenido de GitHub: <https://github.com/moghwan/docker-prestashop-boilerplate>
- Morris, C. (30 de 10 de 2018). *Why Walmart and Other F500 Companies are Virtual Reality to Train the Next Generation of American Workers*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de

- CNBC: <https://www.cnn.com/2018/10/29/why-f500-companies-use-virtual-reality-to-train-workers-of-the-future.html>
- Motte, S. (18 de 06 de 2018). *Augmented Reality: A Comprehensive History (Part 1)*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Vertebrate: <https://www.vertebrae.com/blog/history-augmented-reality-1/>
- Muhammed, A. S., & Ucuz, D. (2020). *Comparison of the IoT Platform Vendors, Microsoft Azure, Amazon Web Services, and Google Cloud, from Users' Perspectives*. Beirut: Perspectives. 2020 8th International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS).
- Neges, M., Koch, C., König, M., & Abramovici, M. (2017). Combining visual natural markers and IMU for improved AR based indoor navigation. *Advanced Engineering Informatics*, 18-31.
- Newsroom. (04 de 06 de 2018). *Apple desvela ARKit 2*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Newsroom: <https://www.apple.com/es/newsroom/2018/06/apple-unveils-arkit-2/>
- Ochoa, O. L. (2016). Cultura Digital: Construyendo Nuevos Comportamientos y Hábitos en la Organización para Maximizar el Potencial de la Tecnología. *BOLETIN DE ESTUDIOS ECONOMICOS*, 71-83.
- Ogallar, G. (22 de 02 de 2018). *Seguridad en PrestaShop*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de La Primera Telecomunicación: <https://laprimera.net/seguridad-en-prestashop/#:~:text=El%20captcha%20es%20una%20medida,no%20un%20ordenador%20o%20robot.>
- Pandey, H., Maurya, A., Prajapati, R., Pandey, A., & Nagve, V. (2020). *Augmented Reality in Agriculture*. Manchester: EasyChair.
- Pantano, E., & Timmermans, H. (2014). What is Smart for Retailing? *Procedia Environmental Sciences*, 101-107.
- Patrascu, D. (10 de 06 de 2019). *Genesis G80 Demo Car Shows the Wonders of Augmented Reality HUD at CES 2019*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de autoevolution: <https://www.autoevolution.com/news/genesis-g80-demo-car-shows-the-wonders-of-augmented-reality-hud-at-ces-2019-131523.html>
- Peddie, J. (2017). *Augmented Reality: Where We Will All Live*. Tiburón: Springer.
- PrestaShop. (11 de 07 de 2019). *Requisitos del sistema para PrestaShop*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de PrestaShop: <https://www.prestashop.com/es/requisitos-del-sistema>

- Puerto Velásquez, N. R. (2019). *Ventajas más Comunes en la Implementación de Ecommerce que Deben Conocer las Empresas en Colombia*. Bogotá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- Ravela, S., Weiss, R., Draper, B., Pinette, B., Hanson, A., & Riseman, E. (1994). *Stealth Navigation: Planning and Behaviors*. Amherst: University of Massachusetts.
- Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2004). Collaborative Augmented Reality for Outdoor Navigation and Information Browsing. *Vienna University of Technology*, 31-41.
- Rojas Rojas, S. E., & Jiménez Ricaurte, O. M. (2019). El sistema económico y productivo colombiano, transformaciones y cambios de cara a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). *Revista Colombiana de Ciencias Administrativas*, 23-39.
- Rosenberg, L. (1992). *The use of Virtual Fixtures As Perceptual Overlays To Enhance Operator Performance In Remote Environments*. Brooks City-Base: Armstrong Laboratory.
- Rucker, R. (1994). *The Hacker and the Ants*. United States: AvoNova.
- Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). *Augmented Reality: Principles and Practice*. Santa Barbara: Addison-Wesley Professional.
- Science and Technology. (s.f.). *Realidad Aumentada*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de Timetoast: <https://www.timetoast.com/timelines/realidad-aumentada-97d926a1-d8a8-4e7b-a2b5-cdcdbd44544ca>
- Scrittura, P. (05 de 12 de 2017). *Microsoft HoloLens Commercial Suite y Development Edition, ya disponibles en España*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de GITALAVmagazine: <https://www.digitalavmagazine.com/it/2017/12/05/microsoft-hololens-commercial-suite-y-development-edition-ya-en-espana/>
- Shankar, V., Inman, J., Mantrala, M., Kelley, E., & Rizley, R. (2011). Innovations in Shopper Marketing: Current Insights and Future Research Issues. *Journal of Retailing*, S29-S42.
- Singh, A. (2012). Study of Comparison of Channel Satisfaction Among Employees Across the Various Retail Stores. *International Journal of Innovative Research and Development*, 78-94.
- Spielberg, S. (Dirección). (2018). *Ready Player One* [Película].
- Sutherland, I. E. (1965). The Ultimate Display. *Proceedings of IFIP Congress*, 506-508.
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display*. *Fall Joint Computer Conference*, 757-764.

- Terry, E. (2019). *Silicon at the Heart of HoloLens 2*. Cupertino: IEEE Hot Chips 31 Symposium (HCS).
- Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bond, P., Morris, M., & Piekarski, W. (2000). ARQuake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality First Person Application. *Digest of Papers: Fourth International Symposium on Wearable Computers*, 139-146.
- Trujillo, P. B. (2018). *El Uso de las TIC, la Cara y Sello de la Productividad Laboral*. Bogotá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- UNCTAD. (24 de 03 de 2015). *Information Economy Report 2015: Unlocking the potential of E-commerce for developing countries*. Obtenido de unctad: https://unctad.org/system/files/official-document/ier2015_en.pdf
- Wagner, D., Langlotz, T., & Schmalstieg, D. (2008). Robust and Unobtrusive Marker Tracking on Mobile Phones. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2008*, 121-124.
- Wagner, D., Pintaric, T., & Schmalstieg, D. (2004). *The Invisible Train: A Collaborative Handheld Augmented Reality Demonstrator*. Viena: Vienna University of Technology.
- Weitzenfeld, A. (2005). *Ingenieria de Software Orientada a Objetos con UML Java e Internet*. Ciudad de Mexico: THOMSON.
- Williams, T. (1996). *City of Golden Shadow*. United States: Legend Books.
- Yenny, F. M., & Facundo, V. G. (2018). Las TIC como estrategia de mejora para la competitividad de las pymes: Caso municipio de Florencia-Caquetá Colombia. *TICs y transferencia de conocimiento como promotores de la competitividad*, 137-162.
- Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 118-140.
- Zhang, D., Zhu, P., & Ye, Y. (2016). The effects of E-commerce on the demand for commercial real estate. *Cities*, 106-120.

ANEXOS

Anexo 1 Diseño Interfaz

- Pantalla de inicio.

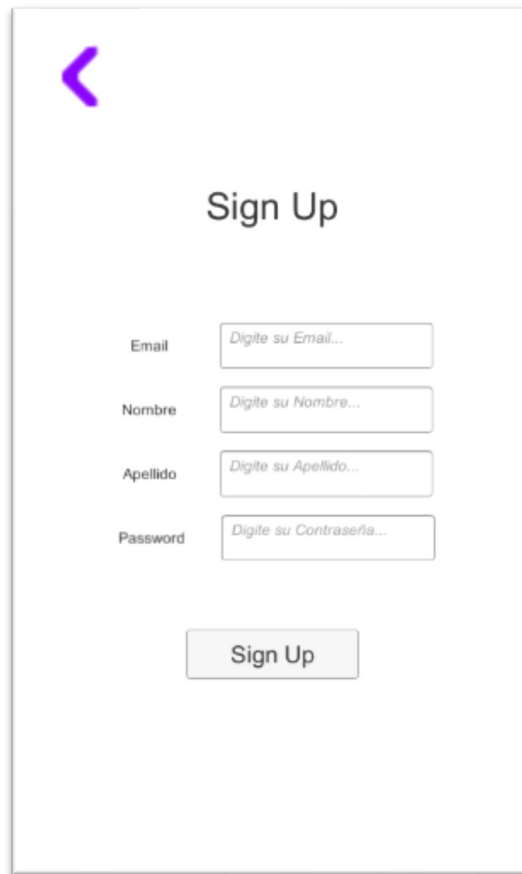


The image shows a login and sign-up interface. It features two input fields: one for 'Email' with the placeholder text 'Enter email...' and one for 'Password' with the placeholder text 'Enter password...'. Below these fields is a 'Login' button and a 'Sign Up' link.

Email	<input type="text" value="Enter email..."/>
Password	<input type="password" value="Enter password..."/>
	<input type="button" value="Login"/>
	Sign Up

Figura 76. Pantalla de Inicio.

- Pantalla de registro de usuario.



The image shows a mobile application screen for user registration. At the top left, there is a purple back arrow icon. The title 'Sign Up' is centered at the top. Below the title, there are four input fields, each with a label to its left and a placeholder text inside the field:

- Email**: Digite su Email...
- Nombre**: Digite su Nombre...
- Apellido**: Digite su Apellido...
- Password**: Digite su Contraseña...

At the bottom center of the form, there is a button labeled 'Sign Up'.

Figura 77. Pantalla de registro.

- Pantalla de catálogo.

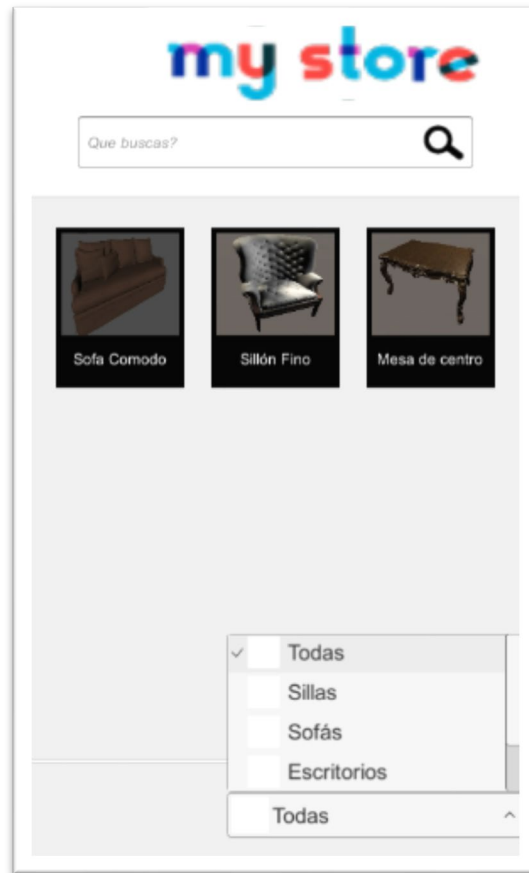


Figura 78. Pantalla de catálogo.

- Pantalla de producto.

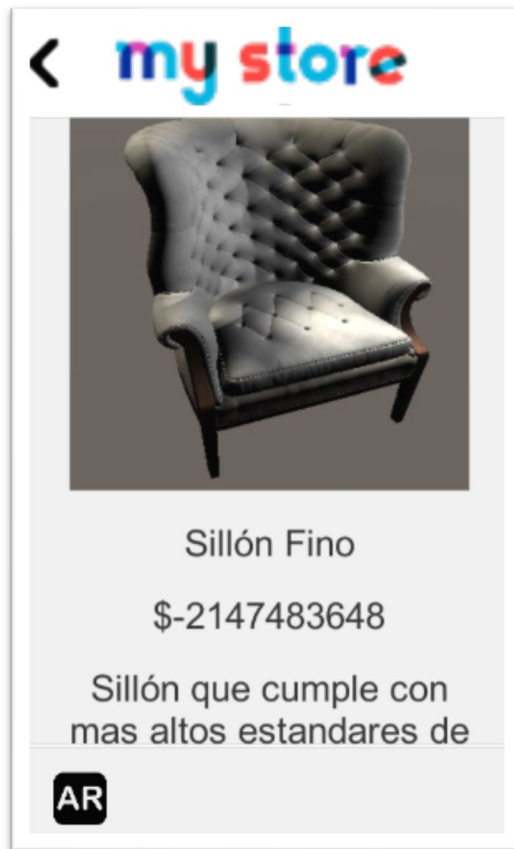


Figura 79. Pantalla de producto.

- Pantalla de carga



Figura 80. Pantalla de carga de producto.

Anexo 2 Documento de Aceptación

- Documento respuesta de la revisión y aceptación de la propuesta de trabajo de grado de los autores del proyecto.



Tunja, 5 de junio de 2020

Estudiante
ANTONY REYNEL BOTELLO HERRERA
JUAN DIEGO SUAREZ LONDOÑO
 Facultad Ingeniería de Sistemas
 Universidad Santo Tomás
 Tunja

Asunto: Respuesta revisión propuesta trabajo de grado

Cordial saludo:

En respuesta a su solicitud, el Comité de Trabajos de Grado se permite informarle que su propuesta titulada “*Simulación de interacción con productos, para la adquisición de muebles, mediante una estrategia de marketing con realidad aumentada*” ha sido aprobada, bajo la opción de grado de Pasantía empresarial.

El director asignado es el ingeniero Iván Fernando Fonseca Barinas.

Atentamente,

Carlos Andrés Guerrero Alarcón
 Decano Facultad de Ingeniería de Sistemas



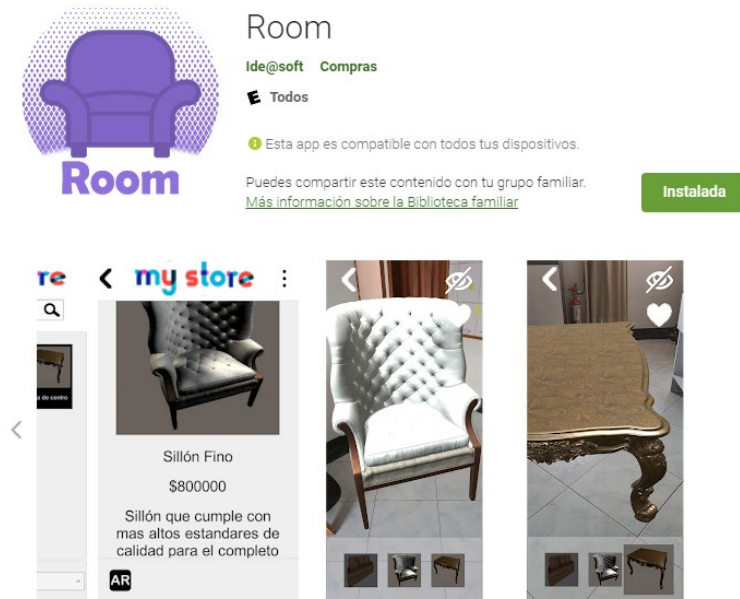
TUNJA - Línea gratuita nacional: 01 8000 932 340 **PBX:** (+578) 744 0404 / www.ustatunja.edu.co / coord.admisiones@ustatunja.edu.co / Calle 19 No. 11-64
BOGOTÁ - Línea gratuita nacional: 01 8000 11180 **PBX:** (+57) 587 8797 / www.usta.edu.co / admisiones@usantotomas.edu.co / Carrera 9 No. 51-11
BUCARAMANGA - Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 **PBX:** (+576) 680 0801 / www.ustabuc.edu.co / admisiones@ustabuc.edu.co / Carrera 18 No. 9-27
MEDELLÍN - **PBX:** (+574) 234 1034 / www.ustamed.edu.co / admisiones@ustamed.edu.co / Carrera 82 No. 7789-27
VILLAVICENCIO - **Tel.:** (+578) 661 4361 / www.ustavillavicencio.edu.co / admisionesvillavo@usantotomas.edu.co / Calle 1 Vía Puerto López, Diagonal Séptima Brigada
VICERECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA (VUAD) - **Tel.:** (+57) 595 0000 / www.usadistancia.edu.co / comunicacion@usadistancia.edu.co / Carrera 10 No. 73-50



Figura 81. Documento de aceptación de la Pasantía.

Anexo 3 Aplicación en Palay Store

➤ Evidencia de la subida de la aplicación en la tienda de aplicaciones de Google Play.



Room, es una aplicación que haciendo uso de la realidad aumentada, permite a sus usuarios la

Figura 82. Vista de usuario de la aplicación en GooglePlay.

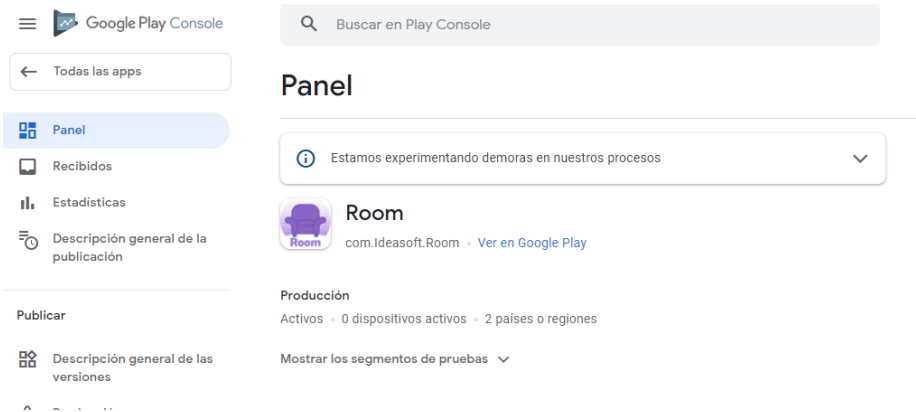


Figura 83. Panel del propietario en GooglePlay.

Anexo 4 Documento de Evaluación de Aplicación

Introducción

En este documento se muestran pruebas que se realizaron a Room, una aplicación para la visualización e interacción con muebles haciendo uso de tecnologías de realidad aumentada.

Resumen ejecutivo

Se realizaron diferentes pruebas en el municipio de Tunja, para conocer la opinión de los usuarios y recibir una retroalimentación de cada uno de ellos.

Metodología

Sesiones

Para elegir a los participantes los dividimos en grupos entre los que no tenían conocimiento alguno y algunos que tengan algún conocimiento sobre programación o diseño de aplicaciones.

Participantes

Los participantes que probaron la aplicación fueron estudiantes y profesionales de profesiones diferentes a ingeniería de sistemas. Cada sesión de prueba se realizó con un celular con la aplicación instalada, cada participante hizo uso de la aplicación por su cuenta tratando de cubrir cada función de la aplicación.

Tareas/Escenarios de Evaluación

A los participantes de la prueba se les solicitó realizar una pequeña serie de tareas en el uso de la aplicación:

- Tarea 1 - Regístrese en la aplicación.
- Tarea 2 - Realice una búsqueda en el catálogo.
- Tarea 3 - Seleccione uno de los elementos del catálogo.
- Tarea 4 – Inicie la escena de realidad aumentada.
- Tarea 5 - Ubique un mueble en la habitación.
- Tarea 6 - Manipule el mueble.
- Tarea 7 - Ubique varios objetos y acomódelos.
- Tarea 8 - Oculte la malla.
- Tarea 9 - Comparta el escenario por WhatsApp.
- Tarea 10 - Vuelva al menú inicial de la aplicación.

Resultados

Tasa de éxito de finalización de tareas

Los participantes completaron con éxito todas tareas.

Tabla 18. Tasas de finalización de tareas. Fuente: Autor. Tasas de finalización de tareas

Participante	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4	Tarea 5	Tarea 6	Tarea 7	Tarea 8	Tarea 9	Tarea 10
1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
5	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
6	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Éxito	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Tasas de finalización	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Seguimiento de la ubicación en la aplicación

A todos los participantes les resultó fácil realizar un seguimiento de su ubicación en la aplicación al ser un diseño básico e intuitivo

Sección de información de predicción

La mayoría de los participantes concuerdan en que no se les presentaron dificultades excepto 2 quienes manifiestan que en la tarea 5 a pesar de cumplirla instanciaron por error más objetos, por ello dan calificación de 4,5

Tabla 19. Calificaciones medias de tareas & Porcentaje De acuerdo. Fuente: Autor.

Tarea	Facilidad – Encontrar información	Ubicación en el sitio	Predicción sección	en general
1 - Registro.	5.0	5.0	5.0	5.0
2 - Búsqueda	5.0	5.0	5.0	5.0
3 – Selección	5.0	5.0	5.0	5.0
4 – Escena AR	5.0	5.0	5.0	5.0
5 – Instanciar	4.5	5.0	5.0	4.8
6 – Manipulación	5.0	5.0	5.0	5.0
7 – Instanciación múltiple	5.0	5.0	5.0	5.0

Tarea	Facilidad – Encontrar información	Ubicación en el sitio	Predecir sección	en general
8 – Visualizar malla	5.0	5.0	5.0	5.0
9 – Compartir	5.0	5.0	5.0	5.0
10 - Volver	5.0	5.0	5.0	5.0

*Porcentaje De acuerdo (%) - Acordar respuestas combinadas

Tiempo en la tarea

Tabla 20. Tiempo en la tarea. Fuente: Autor.

Tarea	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	TOT medio*
Tarea 1	120	110	121	115	130	110	111	117
Tarea 2	40	43	41	39	40	41	40	41
Tarea 3	10	10	11	10	10	12	10	10
Tarea 4	12	11	10	10	10	10	10	10
Tarea 5	30	35	40	40	37	30	31	35
Tarea 6	20	20	20	22	20	20	21	20
Tarea 7	90	91	90	83	90	82	85	87
Tarea 8	10	15	10	10	12	11	15	10
Tarea 9	35	30	30	30	32	31	30	31
Tarea 10	5	5	7	5	8	5	5	6

Errores

En total 2 participantes cometieron errores al momento de instanciar, aunque en general no se observó otro error

Resumen de datos

La tabla siguiente muestra un resumen de los datos de prueba. Las bajas tasas de finalización y las calificaciones de satisfacción y los altos errores y el tiempo en las tareas se resaltan en rojo.

Tabla 21. Resumen de finalización, errores, tiempo de tarea, satisfacción media. Fuente: Autor.

Tarea	Finalización de tareas	Errores	Tiempo en la tarea	Satisfacción*
1	7	0	117	5.0
2	7	0	41	5.0
3	7	0	10	5.0
4	7	0	10	5.0

Tarea	Finalización de tareas	Errores	Tiempo en la tarea	Satisfacción*
5	7	2	35	4.8
6	7	0	20	5.0
7	7	0	87	5.0
8	7	0	10	5.0
9	7	0	31	5.0
10	7	0	6	5.0

* Satisfacción: clasificación combinada media en tres medidas posteriores a la tarea: facilidad para encontrar la información, capacidad para realizar un seguimiento de la ubicación en el sitio y precisión de predicción de información del sitio.

Métricas generales

Tabla 22. Cuestionario general posterior a la tarea. Fuente: Autor.

	Fuertemente en desacuerdo	discrepar	Neutral	Acuerdo	Fuertemente de acuerdo	Calificación media	Porcentaje de Acuerdo
La aplicación era fácil de usar				3	4	5.0	95%
Usaría la aplicación con frecuencia			2	3	3	4.5	85%
Encontró complejo el uso de los menús	3	4				1.0	100%
La organización de los botones era buena					7	5.0	100%
Los botones eran intuitivos					7	5	100%

*Porcentaje De acuerdo (%) - Acordar y fuertemente acordar respuestas combinadas

Me gusta, Aversiones, Recomendaciones de los participantes

Al finalizar las tareas, los participantes proporcionaron comentarios sobre lo que más les gustaba y menos sobre el sitio web, y recomendaciones para mejorar el sitio web.

Me gustó más

Los siguientes comentarios capturan lo que más les gustó a los participantes:

- El funcionamiento de la aplicación es intuitivo.
- La aplicación es fácil de utilizar.
- El diseño de la aplicación minimalista.

Me gusta menos

Los siguientes comentarios capturan lo que menos les gustó a los participantes:

- El problema al instanciar objetos sin querer

Recomendaciones para la mejora

- Solucionar el inconveniente en la instanciación

Recomendaciones

Ubique un mueble en la habitación (Tarea 5)

La tarea 5 requería que los participantes ubicaran en la habitación un mueble.

cambio	Justificación	Severidad
<ul style="list-style-type: none"> • Botón de eliminar objeto 	Algunos participantes ubicaron otro mueble por error	Medio

Conclusión

La mayoría de los participantes encontraron la aplicación fácil de manejar y de entender, el diseño de los menús es agradable y la mayoría de los botones es intuitiva.

Anexo 5 Otros Monitoreos Ofrecidos por Amazon AWS

➤ Lecturas de disco (bytes):

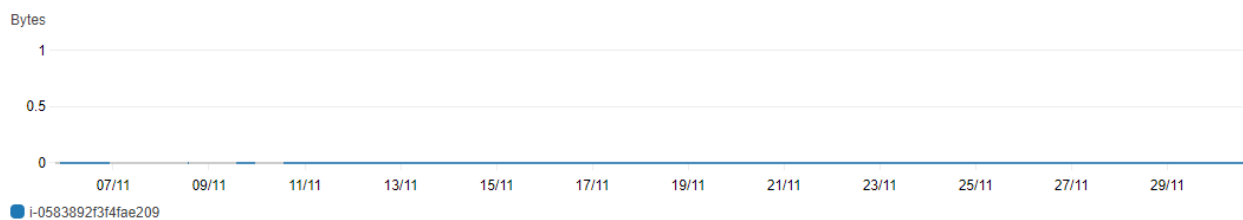


Figura 84. Lectura de disco en bytes. Fuente: Autor.

➤ Operaciones de lectura de disco (operaciones):

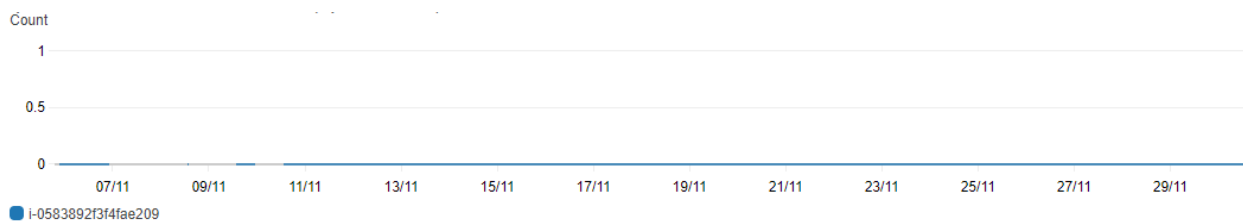


Figura 85. Operaciones de lectura de disco. Fuente: Autor.

➤ **Escrituras de disco (bytes):**

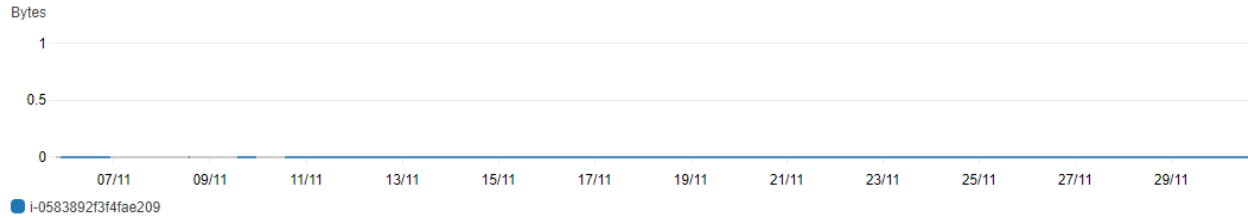


Figura 86. Escrituras de disco. Fuente: Autor.

➤ **Operaciones de escritura de disco (operaciones):**

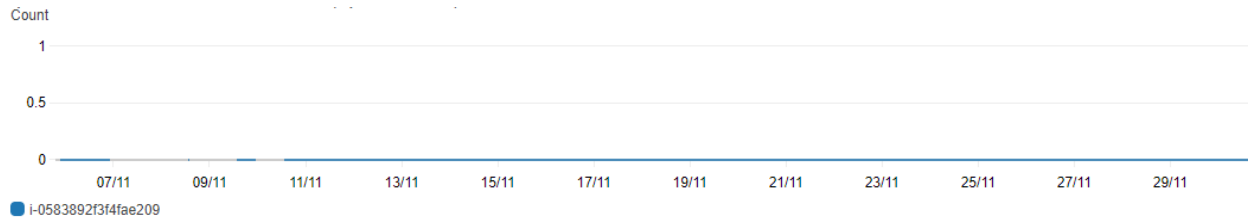


Figura 87. Operaciones de escritura de disco. Fuente: Autor.

➤ **Uso de créditos de CPU (recuento):**



Figura 88. Uso de créditos de CPU. Fuente: Autor.

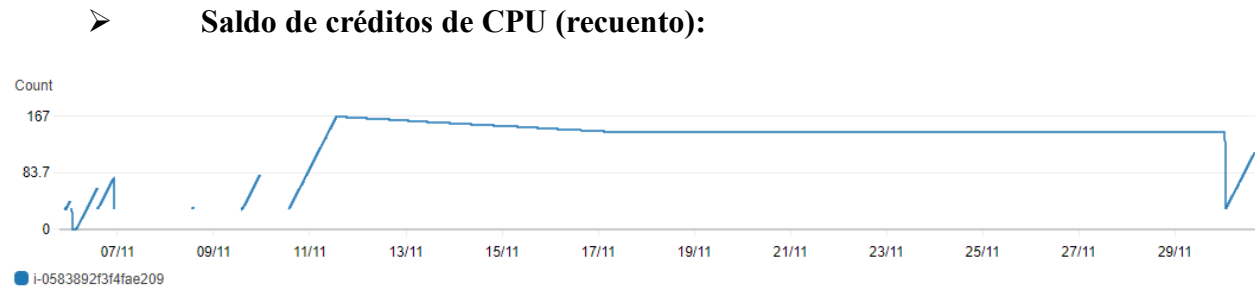


Figura 89. Saldo de créditos de CPU. Fuente: Autor.