

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE ESMERALDAS**



ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS DE
REALIDAD AUMENTADA PARA EL DESARROLLO DE UNA
APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA MODA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

AUTOR (A):

REQUEJO MICOLTA BELKIX MARITZA

ASESOR (A):

MGT. MARC GROB

ESMERALDAS, 2022

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Título: Evaluación de las principales herramientas de Realidad Aumentada para el desarrollo de una aplicación en la industria de la moda.

Autora: Belkix Maritza Requejo Micolta

Mgt. Marc Grob

f. _____

Asesor

Mgt. Jaime Sayago

f. _____

Lector #1

PhD. Pablo Pico Valencia

f. _____

Lector #2

Mgt. Xavier Quiñónez Ku

f. _____

Coordinadora de carrera

Esmeraldas, Ecuador, 2022

Autoría

Yo, **REQUEJO MICOLTA BELKIX MARITZA** portador de la cédula de identidad No. **1004601009** declaro mediante la presente investigación con el tema **“EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA MODA”**, los resultados en la investigación que presento como tesis de grado, previo a la obtención del título de **“INGENIERO EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN”** son absolutamente originales, personales y legítimos.

En virtud, declaro que el contenido incluyendo resultados, conclusiones, efectos legales y académicos que se desglosan en el trabajo de investigación propuesto son y serán de exclusiva responsabilidad académica y legal del autor y de la PUCESE.

Requejo Micolta Belkix Maritza
1004601009

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco principalmente a Dios por permitirme llegar hasta este momento porque a pesar de los obstáculos siempre ha permitido que me levante cada día para seguir en la lucha y brillar con ese resplandor que me caracteriza. Le agradezco a mi familia materna porque desde muy pequeña han estado presente forjando esos valores que me inculcaron y sobre todo a siempre estar predispuesta ayudar cuando alguien necesite de mí.

A cada una de las personas que han influido en todo mi proceso de formación profesional, a mi profesora de la escuela que siempre soportó cada una de mis ocurrencias y ayudó a que siempre sobresaliera en todo lo que me propusiera, a mis docentes de la secundaria que fueron los principales en el camino de mi carrera profesional al elegir esta bella carrera de la informática que sin duda alguna me fascina, a mis docentes universitarios que siempre aportaron muchos conocimientos para mí y desde el primer días apostaron en mi talento y vieron en mí un ser perseverante que jamás se rinde y cumple todo lo que se propone. A cada uno de mis mentores que aportaron con sus conocimientos y enseñanzas fuera de las aulas de clases y sobre todo que me dieron la oportunidad de conocer diferentes ámbitos de lo que me espera en la vida profesional.

A la dirección de estudiantes de la PUCESE en especial a la directora que desde el día cero que ingresé con una beca a esta prestigiosa universidad ha estado para mí en cada uno de mis procesos y no sólo por ser su trabajo; sino también por vocación y amor ayudar a las personas que lo necesitan.

Belkix Requejo

DEDICATORIA

Esta investigación es dedicada en un principio a Dios por permitir que sin importar los obstáculos me mantenga firme en la meta, a pesar de que mis planes cambiarán jamás permitió que mi objetivo sea modificado. Siempre me he refugiado en él sin importar los inconvenientes que he pasado en el transcurso de mi preparación académica, siempre ha estado presente en cada paso que he dado porque antes de hacerlo primero los pongo en sus manos.

A mi padre German Requejo Llano por haber estado presente durante mi formación universitaria y parte de la secundaria dándome mucha motivación y sobre todo consejos que son el tesoro más grande que pudo haberme dado en vida, en tan poco tiempo que compartimos se convirtió en una persona valiosa para mí y pese a su partida siempre lo recordaré como un ser de luz y vivirá en mi memoria por siempre.

A mi hijo Said German Sevillano Requejo por permitirme tener un motivo más para seguir cuando creí haberlo perdido todo, él llegó a dar luz a mis días y con solo mirar su hermosa carita al levantarme solo pienso que es mi mayor motivo para prepararme y darle una mejor calidad de vida.

A mi madre Edis Marisa Micolta Medina por ser una madre luchadora, capaz de sacar adelante sus 4 hijos y darme la mayor demostración de que todo lo que desee en la vida lo conseguiría con trabajo duro, por todas sus noches de desvelos por conseguir alimentos para nuestro hogar y ser uno de mis grandes ejemplos de lucha y perseverancia, de ella aprendí a emprender y ser muy trabajadora.

A mi hermana Rosa Requejo Micolta que siempre ha estado presente para mí dándome consejos y alegrándose por cada uno de mis logros, más que una hermana mayor ella ha sido como una segunda madre para mí, siempre ha está atenta a todo lo que hago y me ha tomado de la mano en mis peores momentos, ella es ese ser que nunca quieres que se aparte de ti.

A mi abuela materna Susana Medina y a mis 2 hermanos Larry Micolta, Andrés Requejo y el resto de todos mis familiares de parte de mi madre que siempre han estado orgullosos de mí en cada paso que he dado y sigo dando, no hay mayor alegría que verlos sonreír por mis triunfos.

Belkix Requejo

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 38 |
| Presentación del problema | 38 |
| Planteamiento de problema | 39 |
| Justificación..... | 40 |
| Objetivos..... | 41 |
| Objetivos generales..... | 41 |
| Objetivos específicos | 41 |
| 1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO | 42 |
| 1.1 Bases teóricas-conceptuales | 42 |
| 1.1.1 La industria de la moda | 42 |
| 1.1.1.1 Diseño de moda | 43 |
| 1.1.2 Realidad Aumentada | 43 |
| 1.1.2.1 Definición..... | 43 |
| 1.1.2.2 Tipos | 44 |
| Códigos QR | 44 |
| Marcadores | 45 |
| Sin Marcadores..... | 46 |
| 1.1.2.3 Elementos | 46 |
| 1.1.2.4 Funcionalidades requeridas | 47 |
| 1.1.2.5 Aplicaciones..... | 49 |
| Implementación de la Realidad Aumentada..... | 51 |
| 1.1.2.6 | 51 |
| Aplicación móvil para la simulación de un probador de ropa..... | 51 |
| Simulación de ropa mediante la magia de un espejo | 52 |
| Sistema de Prueba virtual..... | 53 |
| Bob-IDE..... | 54 |
| Mobile Test-Driven Development..... | 54 |
| 1.2 Antecedentes | 54 |
| 1.3 Fundamentación legal | 57 |
| 2 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA | 60 |
| 2.1 Delimitación | 60 |
| 2.2 Tipo de investigación | 60 |
| 2.3 Métodos de investigación | 61 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 61 |
| 2.4.1 Análisis documental o bibliográfico..... | 61 |
| 2.4.2 Diseño experimental | 63 |
| 2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 63 |
| 2.6 Operacionalización de las variables o categorías..... | 64 |
| 2.7 Herramientas de Realidad Aumentada | 66 |
| 3 CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 69 |
| Mapeo sistemático | 69 |
| 3.1 | 69 |
| 3.2 Evaluación de las herramientas de Realidad Aumentada | 34 |

| | | |
|---------|--|-----------|
| 3.3 | Arquitectura de desarrollo Modelo Vista Vista Modelo (MVVM)..... | 35 |
| 3.4 | Arquitectura del sistema..... | 36 |
| 3.5 | Desarrollo | 37 |
| 3.5.1 | Módulo Unity | 38 |
| 3.5.1.1 | Vuforia..... | 39 |
| 3.5.2 | Módulo Flutter | 41 |
| 3.5.3 | Módulo Integración de Flutter con Unity | 42 |
| 3.5.3.1 | Probador de ropa Virtual | 43 |
| 4 | CAPÍTULO V: DISCUSIÓN..... | 46 |
| 5 | CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 47 |
| 5.1 | Conclusiones | 47 |
| 5.2 | Recomendaciones | 48 |
| | REFERENCIAS..... | 50 |
| 6 | Anexos..... | 55 |
| | Anexo 1..... | 55 |
| | Anexo 2..... | 56 |
| | Anexo 3..... | 58 |

Índice de tablas

| | |
|---|-----------|
| Tabla 1 Inclusión y Exclusión | 62 |
| Tabla 2 Principales variables e indicadores | 64 |
| Tabla 3 Resultado del mapeo sistemático | 34 |
| Tabla 4 Evaluación de las herramientas de Realidad Aumentada | 55 |
| Tabla 5 Enlaces de las herramientas | 56 |
| Tabla 6 Artículos mapeo sistemático..... | 58 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1 Descripción de la realidad aumentada (RA) [2]</i> | 44 |
| <i>Figura 2 Ejemplo de Códigos QR coloreados [17]</i> | 45 |
| <i>Figura 3 Ejemplo de marcadores [18]</i> | 45 |
| <i>Figura 4 SmartEyeGlass [18]</i> | 46 |
| <i>Figura 5 Elementos de la realidad aumaneta (RA) [18].</i> | 47 |
| <i>Figura 6 Aplicación en ejecución RA [1]</i> | 52 |
| <i>Figura 7 tienda departamental I-Fashion [2]</i> | 53 |
| <i>Figura 8 resultado del modelo de prueba virtual [6]</i> | 53 |
| <i>Figura 9 Bod-IDE funcionalidad [23]</i> | 54 |
| <i>Figura 11 Proceso mapeo sistemático [31]</i> | 63 |
| <i>Figura 10 Representación del sistema ASTOR [24]</i> | 67 |
| <i>Figura 12 Evaluación de las Herramientas de Realidad Aumentada</i> | 34 |
| <i>Figura 13 Arquitectura MVVM</i> | 35 |
| <i>Figura 14 Metodología MVVM</i> | 36 |
| <i>Figura 15 Arquitectura del aplicativo</i> | 37 |
| <i>Figura 16 Desarrollo en Unity</i> | 38 |
| <i>Figura 17 base de datos Vuforia</i> | 40 |
| <i>Figura 18 QR para la simulación</i> | 41 |
| <i>Figura 19 vista menú</i> | 42 |
| <i>Figura 20 vista catálogo</i> | 42 |
| <i>Figura 21 vista detalle</i> | 42 |
| <i>Figura 22 flutter unity widget</i> | 43 |
| <i>Figura 23 Diagrama de flujo</i> | 44 |
| <i>Figura 24 QR para la simulación</i> | 45 |
| <i>Figura 25 rueba 1</i> | 45 |
| <i>Figura 26 Prueba 2</i> | 45 |
| <i>Figura 27 Prueba 3</i> | 45 |
| <i>Figura 28 Prueba 4</i> | 45 |
| <i>Figura 29 Prueba 5</i> | 45 |
| <i>Figura 30 Prueba 6</i> | 46 |
| <i>Figura 31 Prueba 7</i> | 46 |

RESUMEN

Debido a las dificultades que se han presentado en la industria de la moda especialmente en las tiendas online se ha planteado la creación de un probador de prendas de vestir para adultos que ayude a simular un vestidor de prendas de ropa, mismo que requiere la integración de ello la Realidad Aumenta (RA). Esta investigación fue de tipo descriptiva y experimental, por un lado, el método descriptivo hizo posible buscar las características y funcionalidades que se necesitaron para seleccionar las herramientas a evaluar, por otro lado, este método ayudó analizar las herramientas seleccionadas que se obtuvieron de la implementación del mapeo sistemático. Implementado el mapeo sistemático se obtuvo 14 artículos, de los cuales sobresalen 3 herramientas más utilizadas en la simulación de objetos. Por consiguiente, se realizó la evaluación de cada una de las herramientas de RA seleccionada mediante una serie de preguntas planteadas con las características y funcionalidades que se necesitaron.

El desarrollo del prototipo tuvo lugar haciendo uso de Unity como motor para usar la herramienta de RA Vuforia, mediante este motor se integró el modelo 3D de la prenda a simular de tal forma que se utilizó la cámara de la herramienta para detectar el QR que hizo posible sobreponer la prenda sobre el cuerpo. Esto se logró gracias a que la herramienta lo detecta automáticamente y sobrepone el objeto antes mencionado para luego ser exportado a la Plataforma Android donde sería integrado a Flutter. El framework que se utilizó para aplicaciones móviles fue Flutter mismo que sirvió para crear el catálogo de usuario y visualizar el probador haciendo uso de este, esta integración se llevó a cabo usando widget Unity Flutter creado por la comunidad de desarrolladores y aprobados por Google su creador. Este widget simplificó la integración mediante una serie de configuraciones de la escena creada en Unity para luego ser probada en un emulador y posteriormente crear su apk correspondiente.

Palabras Claves: Realidad Aumentada, Vuforia, Unity, Flutter, widget Unity Flutter, Android, Dart.

ABSTRACT

Due to the difficulties that have arisen in the fashion industry, especially in online stores, the creation of a clothing tester for adults has been proposed to help simulate a clothing dressing room, which requires the integration of this the Augmented Reality (AR). This research was descriptive and experimental, on the one hand, the descriptive method made it possible to search for the characteristics and functionalities that were needed to select the tools to be evaluated, on the other hand, this method helped analyze the selected tools that were obtained from the implementation. of systematic mapping. Implemented the systematic mapping, 14 articles were obtained, of which 3 tools most used in the simulation of objects stand out. Therefore, the evaluation of each of the selected AR tools was carried out through a series of questions raised with the characteristics and functionalities that were needed.

The development of the prototype took place using Unity as an engine to use the Vuforia AR tool, through this engine the 3D model of the garment to be simulated was integrated in such a way that the tool's camera was used to detect the QR it made. possible to overlap the garment on the body. This was achieved thanks to the fact that the tool automatically detects it and overlays the aforementioned object to later be exported to the Android Platform where it would be integrated into flutter. The framework that was used for mobile applications was Flutter itself, which was used to create the user catalog and visualize the tester using it, this integration was carried out using the Unity flutter widget created by the developer community and approved by Google its creator. This widget simplified the integration through a series of configurations of the scene created in Unity to later be tested in an emulator and then create its corresponding apk.

Key words: Augmented Reality, Vuforia, Unity, Flutter, unity flutter widget, Android, Dart.

INTRODUCCIÓN

Presentación del problema

En los últimos años la tecnología ha evolucionado dándole cabida a la realidad aumentada (RA) como una alternativa a aplicaciones ya existentes, presentando una nueva experiencia en cuanto a visualización de objetos que se encuentran en el entorno [1]. La RA se puede integrar y aplicar en varios entornos reales como el reconocimiento de la ubicación, en la inteligencia artificial y en especial en grandes industrias. A su vez, los avances tecnológicos han permitido que en la industria llegue a solucionar problemas en el dominio de la moda [2]. De este modo, la RA ha incursionado en la industria de la moda creando un entorno de compras muy cercano a la realidad, permitiendo a los usuarios obtener una experiencia diferente al realizar una compra sin necesidad de ir a una tienda física [3].

En la industria de la moda una de las aplicaciones más usadas es un probador de prendas de vestir que generalmente, se utiliza para facilitar las operaciones de ventas de una determinada tienda. No obstante, en la industria de la moda, además existen otras aplicaciones que permiten simular las características de la persona como su cabello, color de piel, vestimenta, calzado y mejor aún sus accesorios como bisutería, maquillaje, entre otras [3].

A pesar de ser la moda una de las industrias en desarrollo, las herramientas de la RA para la aplicación en la moda va innovando de tal forma que subsisten las ventas de productos en el mercado minorista [4]. Actualmente, existen algunas herramientas para aplicar la RA en la industria de la moda siendo una de ellas la prueba virtual que trabaja con 2 imágenes para procesar la información y obtener la simulación [5]. Otras de las tecnologías incluidas en la RA está relacionada con el ciberespacio como los escáner tridimensional y programas de simulación de ropa virtual de manera tridimensional haciendo uso de espejos mágicos [2]. En este trabajo se plantea una evaluación de las principales herramientas de la RA orientada en la industria de la moda para luego aplicarla

en el desarrollo de un probador de prendas de vestir; esto debido a que existen múltiples herramientas para desarrollar este tipo de aplicaciones.

Planteamiento de problema

La industria de la moda ha ido evolucionando y por consiguiente enfrentando realidades muy extremas en el área de ventas. Una de las grandes implementaciones es el comercio electrónico que se ha impartido en esta industria como una solución a gastos operativos en una determinada tienda realizando compras en línea sin necesidad de ir a una tienda física para adquirir uno o varios productos. Las tiendas online tienen ventajas comerciales con importantes factores (tiempo, elección, precios), pero se carece de apreciación física de las prendas a diferencia de las compras tradicionales. Pese a la comodidad que se ofrece mediante una compra en línea, los consumidores tienen preocupaciones de cómo sería el producto final una vez que esté en sus manos. El hecho de ser la industria de la moda un mercado donde se implica la aceptación de los clientes se enfrentan a una gran brecha, ya que los clientes no se sienten seguros al realizar sus compras porque tienen incertidumbres del producto final entregado y por consiguiente los gustos de los clientes que juegan un papel importante en su decisión [6].

Por consiguiente, la innovación de las herramientas y técnicas de la RA se han enfocado en cambiar la forma de practicar el marketing y la manera de realizar publicidad en el comercio minorista de la industria de la moda [7]. Los minoristas en el mercado de la moda están creando entornos digitales para proporcionar una nueva experiencia para los clientes al momento de realizar una compra en línea.

La industria de la moda ha tenido inconvenientes durante la realización de ventas de prendas de vestir en línea, ya que la ropa es de diferentes estilos, moda, y se usa según la ocasión, siendo para el cliente una tarea tediosa el realizar una determinada compra. Se ha contemplado un crecimiento en las tiendas online suprimiendo muchas limitaciones de tiempo y de lugares facilitando al cliente la obtención de sus productos. Es por ello que se requiere idear una solución para proveerle al cliente una tarea más sencilla al momento de que éste vaya a realizar sus compras [3].

Una de las aplicaciones de la RA en la industria de la moda son los espejos mágicos que hacen uso de un espejo para reflejar las imágenes del usuario y poder probarse una

determina prenda sin tenerla puesta [2]. Otra herramienta de la RA utilizada en la industria de la moda son las imágenes 3D o tridimensionales para hacer uso de las imágenes captadas en el usuario por medio de una cámara para luego unir las fotos tanto del usuario como del objeto mostrando una imagen final que es la simulación [8]. En este sentido, las herramientas RA aplican estos paradigmas y sus modelos teóricos son aplicados en el desarrollo de aplicaciones orientadas a las tiendas de moda para sintetizar las operaciones de ventas en las mismas.

Las personas por naturaleza tienden a probarse cada prenda de vestir antes de comprarla. Por cuestiones de gustos, colores y tallas; es dificultoso para las tiendas en línea poder satisfacer las necesidades de sus clientes ya que no pueden medirse las prendas antes de comprarlas y poder tomar una decisión sobre su compra con exactitud. Por todos los problemas surgidos se plantearon interrogantes como ¿Cuáles son los beneficios de la Realidad Aumentada para la industria de la moda?, del mismo modo se desea saber ¿Cuáles son los requisitos que debe de cumplir una herramienta de Realidad Aumentada en el desarrollo de aplicaciones orientadas a la moda? y por supuesto ¿Cuáles son las herramientas de Realidad Aumentada factibles de usar en el desarrollo de aplicaciones para simular un probador de prendas de vestir?, estas interrogantes ayudaron al desarrollo de una aplicación con realidad aumentada para la transformación de la moda adaptada en el contexto de Ecuador.

Justificación

Esta investigación se planteó debido a que se encontraron problemas tanto en las tiendas físicas como en las tiendas en líneas. Tener una tienda física conlleva muchos gastos y pérdida de tiempo, por lo cual grandes empresas han empezado a incursionar en el mundo tecnológico integrando aplicaciones inteligentes que les permitan agilizar los procesos operativos de la misma [4]. No obstante, el crear una tienda online se enfrenta a grandes retos donde uno de los principales es obtener la confianza de los clientes.

La investigación se planteó con la finalidad de crear una conexión emocional y una experiencia para generar el compromiso de los clientes con una determinada tienda, brindando un análisis de las principales herramientas de la realidad aumentada en la industria de la moda que se aplica en toda su área. Cabe recalcar que en la actualidad, por la situación de la pandemia global covid-19 que ha enfrentado todo el mundo debido al

distanciamiento social y las medidas de bioseguridad, donde los clientes no pueden probarse las prendas de una tienda de la industria de la moda, se han visto afectadas en sus ventas [9]. Este trabajo brinda la oportunidad de que las ventas aumenten pese a la pandemia mediante la evaluación de las herramientas de la RA más idóneas para luego utilizarlas en el desarrollo un prototipo que simule un probador de prendas de vestir.

Al desarrollar una aplicación con RA integrando la industria de la moda se da la posibilidad de analizar las herramientas a utilizar poder satisfacer a los clientes de una tienda online en específico, siendo una de las motivaciones principales el tener una tienda online donde se ha palpado los inconvenientes con los clientes en cuestiones de gustos, colores, tallas y lo más importante probarse una determinada prenda.

Además, la investigación brinda un aporte esencial como el conocimiento de las herramientas de realidad aumentada especialmente en la industria de la moda que se han utilizado con los avances tecnológicos y a su vez las que han ido surgiendo con el pasar de los años. Siendo los beneficiarios principales las tiendas online quienes interactúan directamente por medio de la tecnología con los clientes creando una solución para que sus clientes hagan uso del probador y así agilizar el proceso de adquisición de determinados productos.

Objetivos

Objetivos generales

Elaborar un prototipo de un probador de prendas de vestir de adultos en la industria de la moda mediante una herramienta de Realidad Aumentada para integrarla en una tienda online.

Objetivos específicos

1. Identificar las principales herramientas de Realidad Aumentada analizando las tecnologías que permitan crear aplicaciones móviles en la industria de la moda.
2. Determinar la arquitectura de desarrollo que permita crear una aplicación Android para la moda con la integración de la Realidad Aumentada.
3. Desarrollar un prototipo con Realidad Aumentada mediante la herramienta seleccionada para la simulación de un probador de prendas de vestir.

1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Bases teóricas-conceptuales

1.1.1 La industria de la moda

Desde el surgimiento de la moda se empezaron a comercializar los productos creados por modistas en lo que hoy conocemos como tiendas físicas y con la llegada de las tecnologías y las necesidades de los consumidores se empezó una tendencia con lo que hoy conocemos como tiendas online.

Por un lado, una tienda física se puede definir como el conjunto de todas las actividades que implican en la venta directa con los consumidores finales en un lugar determinado donde se comercialicen productos de una empresa o proveedor. Actualmente, su futuro es muy incierto ya que por un lado las personas siguen eligiendo este medio para realizar sus compras de manera directa y por otro lado, se ve perjudicado sino integra el mundo tecnológico porque estaría perdiendo una infinidad de oportunidades en especial ventas [10].

Cabe recalcar que una tienda online es un sitio web diseñado fundamentalmente a la venta de productos por medio del comercio electrónico. El comercio electrónico empezó en los años 60 de la mano con Internet dejando poco a poco las tiendas físicas por las tiendas en línea. Las empresas más reconocidas actualmente cuentan con una tienda en línea, ya que es la nueva era digital enfocada a que los usuarios realicen una determinada compra de algún producto [11]. Las tiendas en línea tienen un rápido crecimiento suprimiendo las limitaciones de tiempo y lugar, cabe recalcar que la ropa de diferentes estilos, modas y se la usa dependiendo de la ocasión [3].

La industria de la moda es un proceso de producción que se está innovando para proporcionar nuevas facilidades en su fabricación, los mercados minoristas están apostando por brindar una nueva experiencia a sus clientes. Las empresas dedicadas a la moda están acelerando los procesos de operaciones a través de la RA brindando una ayuda de decisiones inteligentes en grandes organizaciones. En la moda siempre está buscando

prosperidad en la participación del cliente, de tal forma que se mejore la experiencia del cliente al momento de realizar una determinada compra en conjunto con una conexión emocional para crear un compromiso activo en sus compras y este a su vez siempre este pendiente de los productos nuevos a la venta. La RA le brinda a la industria de la moda la capacidad de crear compras con una experiencia satisfactoria y desde luego agradable para los clientes al momento de interactuar virtualmente con su determinado producto [7].

1.1.1.1 Diseño de moda

Los clientes con frecuencia siempre están anhelando adquirir nuevos diseños o tecnologías que le incentiven a crear una necesidad mediante la adquisición de productos. Mediante la RA se ha proporcionado una solución muy novedosa en cuanto a problemáticas de diseño permitiendo a los usuarios plasmar sus ideas de forma muy interactiva con el mundo real. Los recientes avances tecnológicos han creado una red generativa adversaria condicional (cGAN) para mejorar el proceso de forma potencial [12].

Las tiendas de moda cambian la experiencia en la adquisición de productos virtuales mediante el uso de efectos sensoriales en entornos de compras en línea. Los compradores en línea obtienen información del producto muy similar con la que se obtiene en el contacto directo en un entorno físico, por medio de la RA se reemplaza los vestidores de ropa físicos con imágenes dinámicas sensoriales con varias acciones corporales que representan con precisión a los compradores en línea un autoservicio armonioso [13].

1.1.2 Realidad Aumentada

1.1.2.1 Definición

La RA es una tecnología que hace uso de la información generada de manera digital o por medio de las computadoras, misma que puede utilizar imágenes, videos, audios con la finalidad de fortalecer relaciones y establecer un contenido mediante el ambiente del consumidor [14]. La RA también catalogada como una tendencia de compras virtuales en el mercado del consumo, siendo una de sus principales ventajas la capacidad de superponer efectos catalogados invisibles al entorno real [15].

La RA conceptualiza una forma diferente de ver el mundo real, combinada con objetos

físicos como son el caso de los objetos diseñados en aplicación 3D obtener una mejor experiencia con la realidad de forma interactiva, no solamente sirve para añadir información al mundo real; sino también para esconder o descartar información que se está reflejando en aplicaciones móviles, en las cuales se integran uno o varios objetos del mundo virtual sobre los reales [16].

Como lo indica en la Figura 1, la RA permite la interacción entre las personas y ordenadores mediante su participación con el mundo real, surgiendo modelos digitales basados en información virtual para integrarse a escenas reales [2].



Figura 1 Descripción de la realidad aumentada (RA) [2]

1.1.2.2 Tipos

La RA se puede clasificar dependiendo de su tipo de interactividad; los códigos QR, los marcadores y sin marcadores. Siendo la realidad física la escena principal para integrarse con la realidad virtual ofreciendo una experiencia atractiva al usuario con una proyección mejorada.

Códigos QR

Los códigos QR fueron creados por la compañía Denso Wave, los cuales se definen como módulos para almacenar información de manera matricial en putos o código de barras bidimensional. En sus inicios fueron usados para registrar repuestos en fábricas de

vehículos, pero con el avance de la tecnología 3se utilizan para fomentar la publicidad usándolos para en lazar a la web de una empresa [11]. En la Figura 2 se observa la visualización de códigos QR coloreados generados en la web.



Figura 2 Ejemplo de Códigos QR coloreados [17]

Marcadores

Los marcadores son aquellos que permiten a los usuarios ver por medio de la cámara de su dispositivo el mundo real desde una perspectiva con objetos virtuales añadidos. Los marcadores deben de tener un patrón único brindándole la ayuda a la cámara para reconocer los objetos que debe de añadir al medio real [11].

Como indica la Figura 3 donde se observa un ejemplo de marcadores, el cual trabaja por medio de una cámara ya sea de una Tablet, Smartphone o una cámara web siendo una de sus características el plasmar su tamaño, forma y color para identificarlos mediante patrón [17].

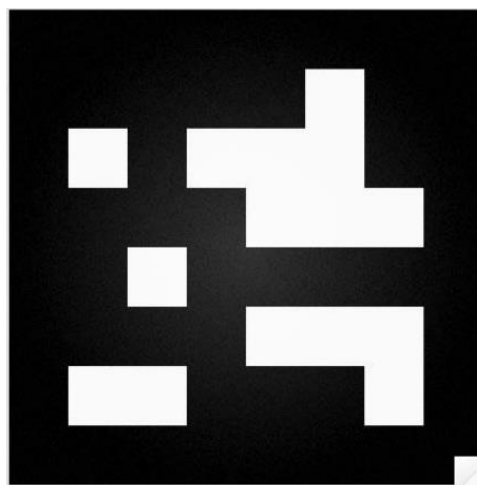


Figura 3 Ejemplo de marcadores [18]

Sin Marcadores

En este escenario no es necesario contar con marcadores ya que se tiene la capacidad de ampliar la experiencia de la RA en un espacio real donde se encuentre el usuario, uno de los ejemplos más comunes en esta tecnología serían las gafas de RA con la que un usuario puede visualizar un mundo real con objetos añadidos [11]. Como indica la *Figura 4* uno de los ejemplos de la aplicación de la RA sin marcadores, el caso de Google Glass que reproducen directamente sobre los ojos la RA de las SmartEyeGlass de Sony y Microsoft SmartGlass [17].



Figura 4 SmartEyeGlass [18]

1.1.2.3 Elementos

La RA integra varios elementos para la aplicación de esta que son requeridos para lograr su simulación como indica la **Error! Reference source not found.** Los elementos que interactúan se describen como sigue:

- Por un lado, el elemento real ya sea una imagen, objetos o ubicación que sea una base para la integración de la RA [17].
- Seguido por los marcadores o target que codifica la información para la interpretación de la RA por un dispositivo que realice el reconocimiento por medio de una cámara o de un dispositivo móvil [17].
- Luego el elemento virtual mediante la existencia de 1 software que permita realizar el proceso de información captada por la cámara [17].
- El dispositivo que permite proyectar la RA en este caso la pantalla sería el último elemento [17].

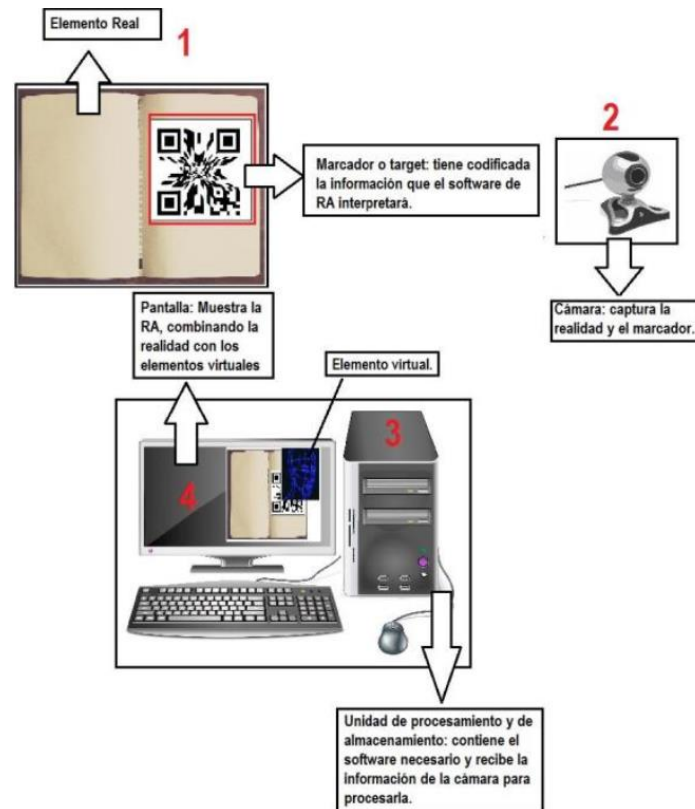


Figura 5 Elementos de la realidad aumentada (RA) [18].

1.1.2.4 Funcionalidades requeridas

Captación de escena

Se entiende como el espacio físico, las tiendas de compras tanto las físicas como las virtuales, la RA busca obtener una experiencia de usuario única con una intención de compra de algún determinado producto virtual [14].

La captación de escena se volvió una de las tareas principales en un sistema de RA, el cual actúa en la identificación del escenario que se desea aumentar, además es indispensable un equipo que permita la captación de la escena, se presentará alguno de ellos [18].

- Dispositivos video-through: son dispositivos que capturan imágenes o videos como las cámaras de video o terminales móviles [18].
- Dispositivos see-through: son aquellos que permiten captar escenas del mundo real como visualizar la RA en el mismo, por lo general acostumbramos a trabajar en tiempo real por lo que son costosos con mayor complejidad [18].

Identificación de escena

El proceso en la identificación de escena no es nada más que el saber el escenario real que el usuario quiere aumentar con la información por medio de la RA [18].

Reconocimiento por marcadores

Un marcador viene a ser un objeto donde su imagen es reconocida por un sistema, los cuales se pueden reconocer mediante su geometría, el color o la integración de ambas. Habitualmente se realiza mediante el escaneo de imágenes para luego ser localizadas por el marcador y ser descrito posteriormente [18].

Reconocimiento sin marcadores

Se realiza el reconocimiento sin marcadores en la RA mediante el reconocimiento de imágenes o por la estimación de posiciones, además existen sistemas que realicen las dos acciones conocidas como híbridas, son caracterizadas en el reconocimiento visual de escenas [18].

Mezclado para realidad aumentada

Una vez establecido el proceso con el que se identificar la escena da cabida al siguiente proceso de la RA, el cual consiste en los sistemas de RA que ayudan a superponer los datos virtuales que se desea integrar sobre el mundo real [18].

Visualización de Escena

La visualización de escena es el último proceso en la RA y uno de los más importantes, ya que se visualiza la escena real con la información digital aumentada describiendo la última interfaz que el usuario visualizará [18].

Reconocimiento de imágenes

El proceso de reconocimiento de imágenes radica en la extracción de retratos que son captadas por el dispositivo del beneficiario para asemejar la escena real que se requiere aumentar. Se destacan dos técnicas, una de ellas es el reconocimiento de escenas automáticas mediante la técnica de visión artificial y la creencia por marcadores determinados y distinguidos por el sistema [18].

Adquisición de imágenes

En este período se construye el método de información con todas las imágenes para ejecutar los identificadores visuales de las cosas como formas o colores con la aplicación de técnicas fotográficas [18].

Procesamiento digital

En esta etapa se realiza el procesamiento de imágenes o videos con el objetivo de obtener una imagen de mejor calidad para utilizar en el proceso de la RA [18].

1.1.2.5 Aplicaciones

A continuación, se describen algunas de las aplicaciones más sobresalientes de la RA en la industria de la moda.

Marketing

La RA es usada por la mayoría de las compañías para generar en el consumidor una visibilidad de esta y del producto a adquirir, además integra varios elementos virtuales en un mundo real para luego ser manipulados. Se realiza un gran paso de una visión tradicional publicitaria, misma que implica realizar repetición y anuncios más grandes a involucrar al cliente de manera que lo involucra en una experiencia única recordable [19].

E-commerce

E-commerce traducido en español “comercio electrónico” se referencia con las compras y ventas de productos mediante el uso de internet, transferencias de dinero e información para poder ejecutar todas las transacciones. Actualmente las RA se combinó con el comercio electrónico para realizar acciones de probador virtual de un determinado producto para luego ejecutar una compra por parte del consumidor [20].

Los clientes tienen la oportunidad de comparar los precios, calidad y características de cada producto en el mercado que deseen adquirir por medio de toda la información que existe de cada uno de los productos en la web. Cabe recalcar que los clientes pueden adquirir los productos de cualquier parte del mundo sin importar donde se encuentre la tienda física y mejor aún ayuda a las tiendas online a ejecutar el proceso de ventas [11].

Educación

La RA ha evolucionado de la mano con la tecnología logrando que los medios de enseñanzas sean más interactivos con los estudiantes, de tal forma que el aprendizaje sea más rápido y a la vez eficaz. Iniciando con el desarrollo de libros aumentados en los que existen marcadores impresos para acceder a mayor información en formato 3D, seguido por la creación de videojuegos intuitivos que fortalecen el aprendizaje, además, se incorporó una plataforma de aprendizaje experimental llamada ARiSE que permite a los alumnos interactuar con los objetos virtuales [11].

Medicina

La RA se ha visto evidenciada en el campo de la medicina, brindándole agilidad en varios procedimientos en diferentes áreas como la cardiología o la cirugía, se han realizado prototipos con RA hasta la actualidad demostrando que con la tecnología se logra mayor precisión y exactitud en la realización de algunos procedimientos. La mayor parte de los prototipos de RA mediante MRI o ultrasónicos contienen sensores no invasivos que ayudan a recolectar información en 3D de los pacientes en tiempo real y a su vez visualizarla en el instante, esta tecnología no sólo es útil para diagnósticos de pacientes; sino también para realizar cirugías no invasivas en los mismos [11].

Industria

No se ha visto tanta evidenciada en el área de la industria, pero si se han realizado aplicaciones con RA que sirven de gran apoyo en el montaje, mantenimiento y reparación de maquinarias industriales. El área de la industria que más se ha desarrollado ha sido en la automotriz ayudando en la realización de trabajos y a su vez disminuyendo gasto con una rapidez en los procesos [11]. Realidad Aumentada en la moda

La RA permite que los consumidores exploren y experimenten productos en entornos seguros con interacciones con objetos virtuales a su vez reduciendo el riesgo y mejorando los productos en los que son utilizados. Al aumentar el entorno enriquece la experiencia del cliente y mejora la información individual y la participación por parte del consumidor [21].

El uso de la tecnología interactiva RA y el interés está realizando un rápido aumento, ampliando la utilización de teléfonos inteligentes a su vez la disminución de costos obteniendo con esto la capacidad de proporcionar un valor agregado por medio de una

nueva experiencia, permitiendo a los consumidores interactuar con entornos virtuales en el contexto del entorno real [22].

La adaptación de la RA por parte de los consumidores desde un principio demostraron curiosidad, la inclusión de valor experiencial influyendo en el comportamiento del mismo trascendiendo los medios tradicionales de interacción con los minoristas [22].

En la moda

La RA permite que los consumidores exploren y experimenten productos en entornos seguros con interacciones con objetos virtuales a su vez reduciendo el riesgo y mejorando los productos en los que son utilizados. Al aumentar el entorno enriquece la experiencia del cliente y mejora la información individual y la participación por parte del consumidor [21].

El uso de la tecnología interactiva RA y el interés está realizando un rápido aumento, ampliando la utilización de teléfonos inteligentes a su vez la disminución de costos obteniendo condigo la capacidad de proporcionar un valor agregado por medio de una nueva experiencia, permitiendo a los consumidores interactuar con entornos virtuales en el contexto del entorno real [22].

La adaptación de la RA por parte de los consumidores desde un principio demostraron curiosidad, la inclusión de valor experiencial influyendo en el comportamiento del mismo trascendiendo los medios tradicionales de interacción con los minoristas [22].

1.1.2.6 Implementación de la Realidad Aumentada

Aplicación móvil para la simulación de un probador de ropa

Mediante la implementación de aplicaciones móviles se pueden crear probadores de prendas de vestir con el objetivo de optimizar tiempo de compras por parte de los consumidores, del mismo modo incrementar las ganancias por medio de la comercialización de las prendas [1].

Como se indica en la Figura 6 la ejecución de una aplicación mediante la activación de la cámara del dispositivo móvil que permite visualizar la prenda en el cuerpo humano y por consiguiente puede compartir con los controles la imagen por varios medios como

correo electrónico, redes sociales, etc. Esta aplicación permite visualizar la ropa sobrepuesta en el cuerpo humano generando un poder de decisión sobre el consumidor y decidirse por realizar una compra o no [1].



Figura 6 Aplicación en ejecución RA [1]

Simulación de ropa mediante la magia de un espejo

Esta tecnología proporciona una técnica para disminuir el tiempo para producir ropa las cuales pueden probarse por medio de una simulación de probador de prendas de vestir. El sistema i-fashion tiene como objetivo principal planificar, diseñar, producir y comercializar ropa con una combinación entre la experiencia textil y la moda [2].

Como se visualiza en la Figura 7 la demostración el espejo mágico en la tienda departamental i-fashion la cual crea un nuevo método de marketing facilitando la producción mediante modelos humano y la simulación de un probador de prendas de vestir [2].



Figura 7 tienda departamental I-Fashion [2]

Sistema de Prueba virtual

En los sistemas de pruebas virtuales bajo poses humanas tiene una gran tarea de sintetizar los procesos para que las personas coincidan con la ropa, como las poses generando una imagen realista que conserva la apariencia de la persona con la ropa deseada [6].

Como indica la Figura 8 el método escénico en la sintetizarían de la imagen de una persona que se acoplan las prendas en las personas obteniendo como resultado una ropa deseada en una pose deseada de tal forma que la imagen se mantenga realista mientras se realiza el proceso y al concluir el mismo [6].

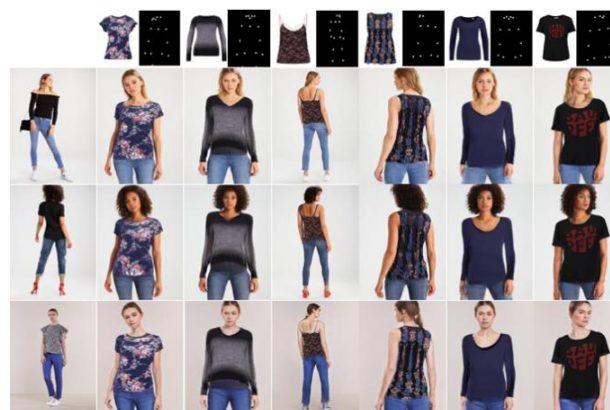


Figura 8 resultado del modelo de prueba virtual [6]

Bob-IDE

Es un espejo de RA que permite a los diseñadores de la empresa eFashion la creación de prototipos con prendas virtuales interactivas, los cuales pueden construir, retirar y probar en el cuerpo siendo una de sus grandes ventajas el enfocarse en reinventar nuevos modelos relacionados con la ropa, el cuerpo y la tecnologías desde luego [23].

Como indica la Figura 9 se visualiza el funcionamiento del Bod-IDE con la demostración de un diseñador frente al espejo con etiquetas pegadas a su cuerpo y un accesorio [23].



Figura 9 Bod-IDE funcionalidad [23]

Mobile Test-Driven Development

Para garantizar las buenas prácticas en la implementación de aplicaciones móviles Mobile Test-Driven Development es empleada en Mobile-D para realizar pruebas antes de la implementación real con la finalidad de automatizar los procedimientos realizados en las pruebas unitarias y probar que sea efectuada la aceptación del cliente. El desarrollo basado en pruebas (TDD) es una técnica de desarrollo evolutivo con pruebas automatizadas, en donde las pruebas unitarias son eficientes para que el código se limpie y sea más eficiente en su funcionamiento, siendo un marco de pruebas unitarias Junit [24].

1.2 Antecedentes

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de la búsqueda exploratoria de la literatura relacionada con el estudio (“Evaluación de las principales herramientas de realidad aumentada para el desarrollo de una aplicación en la industria de la moda”).

Los artículos recolectados fueron basados en la exploración de la literatura basada con la siguiente cadena científica: (“augmented reality”) or (“AR”) AND (“fashion”), mediante esta cadena se obtuvo un total de 37 estudios de los cuales se seleccionaron 7 para la redacción de los antecedentes durante un período del 2016 hasta el 2020. Cabe recalcar que la aplicación de esta cadena se llevó a cabo en diferentes bases documentales y bibliotecas digitales como: Scopus, IeeExplore y Researchgate. Se consideraron dos aspectos para describir los estudios recolectados como: hardware y aplicación de la RA en la industria de la moda.

En la primera investigación propuesta por Dong et al. [6] “*Towards multi-pose guided virtual try-on network*”, tiene como propósito la creación de un sistema de prueba virtual bajo poses humanas con una gran tarea de sintetizar los procesos de probarse prendas de vestir, además para que las personas coincidan con la ropa y las poses realiza una generación de imagen realista que conserva la apariencia de la persona con la ropa la misma vez que la ropa deseada. Este estudio tuvo como resultado una red de prueba virtual guiada con múltiples posturas (MG-VTON), incorpora herramientas de aprendizaje de análisis sintáctico, el Warp-Gan y el procesamiento de refinamiento, mediante una interfaz gráfica proyectada en la web por medio de una computadora como hardware.

En el caso del segundo estudio realizado por Herrera et al. [1] “*Optimización de tiempos utilizando realidad aumentada para la industria de la moda*”, se diseñó una aplicación móvil para dispositivos Android que permite al usuario probarse una determinada prenda, la cual consiste en ingresar al vestidor virtual por medio de la cámara del dispositivo móvil mediante la aplicación, siendo el hardware un teléfono inteligente. Para la creación de la aplicación se utilizó el entorno motor de desarrollo Unity3D como herramienta de RA, ya que permite un sinnúmero de funcionalidades en la creación de juegos en múltiples plataformas, en cuanto al desarrollo de la aplicación móvil se utilizó el framework Android Studio y MySQL como base de datos, además este estudio tuvo como resultado la implementación de una aplicación móvil con realidad aumentada mediante la utilización de Vuforia como kit de RA que permite a los usuarios de una tienda probarse ropa con la cámara frontal de un dispositivo móvil siendo uno de sus objetivos registrar en la base de datos la información obtenida durante la simulación del

tiempo que el usuario se lleva al probarse una determinada prenda y a su vez son procesados mediante RapidMiner para obtener un análisis de la predicción de datos.

Un tercer estudio publicado por Soundarya et al. [8] “*Fashion Android Application using Augmented Reality*”, tiene como propósito el diseño de una aplicación móvil con el framework Android Studio que integrando la industria de la moda por medio de la RA que , la cual proporciona una imagen frontal fácil de manipular el rostro corporal. Esta aplicación ayuda a que el cliente realice una determinada compra en línea con la facilidad de probarse accesorios como gafas de sol, sombreros, collares, etc. Este estudio tuvo como resultado la creación de AR Demo, un carrito de compras donde el usuario realiza un registro, luego inician sesión y al momento de seleccionar un artículo se lo puede probar mediante la cámara aumentada de ese artículo y a su vez visualizarlo de manera virtual. Cabe recalcar que la aplicación es realizada mediante espejo mágico como herramienta de RA para realizar las acciones antes mencionadas y un teléfono inteligente como hardware.

En el cuarto estudio señalado por Samir Abou El-Seoud titulado “*An android augmented reality application for retail fashion shopping*”[4], en este estudio se desarrolló una aplicación ara que los clientes de una tienda minorista pueden probarse prendas de vestir de manera virtual. L, la aplicación fue desarrollada en el framework Android Studio con la utilización de un dispositivo móvil inteligente en tiempo de ejecución como hardware. Los resultados de este estudio brindaron la facilidad al usuario para capturar la escena, la aplicación procesa la imagen capturada, extrae los elementos y crea objetos virtuales para mostrar en pantalla mediante un escenario final con los objetos aumentados. Los lenguajes utilizados en el desarrollo son Java, XML, OpenGL como procesamiento de imágenes que permite la implementación de los objetos virtuales con la RA.

En el quinto estudio realizado por Kevin Ta, Ehud Sharlin y Lora Oehlberg titulado “*An augmented reality sandbox for eFashion garments*” [23], se implementó un espejo de RA que permite a los diseñadores de la empresa eFashion. Se planteó la creación de prototipos con prendas virtuales interactivas. Este estudio tuvo como resultado la creación de Bod-IDE en el cual se puede construir, retirar y probar en el cuerpo humano siendo una de sus grandes ventajas el enfocarse en reinventar nuevos modelos relacionados con la ropa, el cuerpo y las tecnologías. En el desarrollo de Bod-IDE se utilizó Unity, Kinect v2 y

Phidget RFID; todas estas herramientas permitieron la implementación de la RA con la integración de un conjunto de etiquetas en las que se incluyeron bonotes, acelerómetro, eventos de tweet simulados, led, motores, efectos de sonido y por último telas virtuales, además, el estudio tuvo como resultado la implementación de un sistema que le permite a los usuarios de eFashion probarse prendas de vestir con un espejo mágico.

En el sexto estudio realizado por Miri Kim y Kim Cheeyong, titulado “*Augmented reality fashion apparel simulation using a magic mirror*” [2], tiene como finalidad la implementación del sistema i-fashion cuyo objetivo principal es planificar, diseñar, producir y comercializar ropa con una combinación entre la experiencia textil y la moda. Como resultado del estudio el sistema proporciona la coordinación de moda de un espejo mágico que visualiza imágenes similares a un espejo utilizando el reconocimiento de imágenes, el rostro, el maquillaje y las distintas poses para acoplar a las vestimentas. Se utilizaron herramientas como ActiveX en la integración de RA y Java como lenguaje de programación en la implementación, además de la utilización de una pantalla digitas y una computadora donde se procesa la cámara web que capta al usuario como hardware.

Finalmente, en el séptimo estudio propuesto por Han et al. [25] “*An Image-based Virtual Try-on Network Supplemental Material*”, planteó realizar un sistema de prueba virtual basada en imágenes con la herramienta VITON, un vasto que transfiere una prenda de vestir de destino a una persona. Como resultado de este estudio dada la imagen de una persona vestida y una prenda de vestir, se sintetiza una nueva imagen con la transferencia de las características de la persona y la vestimenta, obteniendo a la misma persona con la nueva prenda de vestir lo cual beneficia a la industria de la moda en la utilización de probadores virtuales.

1.3 Fundamentación legal

Se han seleccionado las leyes que respaldan esta investigación con el objetivo de estimar las bases legales que salvaguarden la implementación de un prototipo que permita simular un probador de prendas de vestir, para ello se mencionarán las normativas o legislaciones vigentes hasta la actual fecha en el Ecuador siendo las siguientes: Ley orgánica de defensa del consumidor [26], Ley orgánica de emprendimiento e innovación [27], Ley de comercio electrónico, firmas electrónicas y mensajes de datos [28] y Ley de propiedad intelectual [29].

Mediante la ley Orgánica de la defensa del consumidor correspondiente al capítulo 1 titulado “Ley orgánica de defensa del consumidor”, mediante el Art.2 establece que:

Publicidad engañosa: Toda modalidad de información o comunicación de carácter comercial, cuyo contenido sea total o parcialmente contrario a las condiciones reales o de adquisición de los bienes y servicios ofrecidos o que utilice textos, diálogos, sonidos, imágenes o descripciones que directa o indirectamente, e incluso por omisión de datos esenciales del producto, induzca a engaño, error o confusión al consumidor [26].

Esta ley favorece la implementación de esta investigación debido a que las prendas están en un catálogo virtual donde el cliente puede visualizar su autenticidad y a su vez realizar su compra, además podrá visualizar por medio de la aplicación de manera virtual e incluso probarse las determinadas prendas sin ninguna preocupación, ya que al momento de recibir su producto final será el mismo visualizado en la aplicación de acuerdo a su orden efectuada.

En el caso de la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación correspondiente al capítulo 2 titulado “Políticas Públicas e Institucionalidad del Emprendimiento”, en el Art.6 menciona que “créase el Consejo Nacional para el Emprendimiento e Innovación – CONEIN, como organismo permanente estratégico para promover y fomentar el emprendimiento, la innovación y la competitividad sistémica del país” [27]. Mediante esta ley se promueve el emprendimiento ayudando a fomentar la creación del prototipo (probador de prendas de vestir), ya que forma parte de la innovación tecnológica brindándole a las tiendas online efectuar sus ventas y dándole facilidades en el proceso.

En la Ley de comercio electrónico, firmas electrónicas y mensajes de datos en el capítulo titulado “Derechos de los usuarios o consumidores de servicios electrónicos”, mediante el Art.50

En la publicidad y promoción por redes electrónicas de información, incluida la Internet, se asegurará que el consumidor pueda acceder a toda la información disponible sobre un bien o servicio sin restricciones, en las mismas condiciones y con las facilidades disponibles para la promoción del bien o servicio de que se trate [28].

Con respecto a esta ley, se respalda la creación de la aplicación al momento de informar al cliente las restricciones y condiciones en la adquisición de algún determinado producto para que sea el mismo artículo tanto en la compra como en la entrega. Mediante el probador virtual integrado en la aplicación el cliente puede verificar que su prenda a recibir es la misma que se ha probado, en caso de no ser así deben de efectuarse las políticas de devolución de éste.

En el apartado de la Ley de propiedad intelectual en el capítulo 1 titulado “Del derecho de autor”, basado en el Art.4 estipula que “Se reconocen y garantizan los derechos de los autores y los derechos de los demás titulares sobre sus obras” [29]. Esta ley, hace referencia a que todos los derechos de autor son reservados por el mismo y de ese modo le brinda a la investigadora a cargo los derechos de éste.

2 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Delimitación

El estudio se realizó en Ecuador con orientación a la industria de la moda e integración de la Realidad Aumentada como parte de la tecnología. En esta investigación se integrará un catálogo virtual y la aplicación en la industria de la moda de tal forma que permita simular un probador de prendas de vestir mediante Android.

2.2 Tipo de investigación

En el presente estudio han sido contemplado dos enfoques que juntos se fusionan para el uso de investigaciones mixtas. Por un lado, el enfoque cualitativo ayuda a desarrollar preguntas antes de la investigación, durante de la misma y después de la recolección de datos [30]. Por otro lado, el enfoque cuantitativo contiene un sinnúmero de conjuntos de procesos secuenciales, partiendo de las preguntas para la medición de las variables(herramientas de RA sin marcadores y probador virtual de prendas de vestir) para luego ser analizadas y poder obtener una conclusión [30].

La investigación es Descriptiva y de Laboratorio, puesto que el estudio descriptivo es de enfoque cualitativo según Hernández, Fernández y Baptista “Busca especificar las propiedades y las características las relevantes y además describe la tendencias de un grupo o población” [30]. El tipo de investigación descriptivo se empleó para detallar las funcionalidades y características que intervienen en la creación de una aplicación con la RA en la moda, de igual forma para determinar las principales herramientas de RA, esto de acuerdo con la información que se obtuvo en la revisión bibliográfica. Además, esta investigación también es de tipo laboratorio, la cual es una investigación experimental y de enfoque cuantitativo buscando un control de las variables herramientas de RA sin marcadores y probador virtual de prendas de vestir para luego encontrar relación entre ellas [30]. La investigación es de tipo laboratorio debido a que se realizó una aplicación Android con Realidad Aumentada y se lo integra a un catálogo online para su posterior ejecución de la aplicación, pero no será ejecutada en un escenario con clientes reales.

2.3 Métodos de investigación

Uno de los métodos en este estudio aplicados es el descriptivo, puesto que este permitió la evaluación de cada una de las herramientas de Realidad Aumentada mediante las características y funcionalidades establecidas por la industria de moda. Esta evaluación permitió describir por cada herramienta de Realidad Aumentada el tipo de licencia, la documentación, la escalabilidad, la extracción de características, proceso de imágenes, si realiza ajuste en la simulación, si es adecuado para simular prendas de vestir, simulación es en tiempo real y por último si permite el acoplamiento de prendas virtuales en el cuerpo humano.

Otros de los métodos implementados en la investigación es el método experimental, debido a que este diseño se utilizó para establecer las causas que conllevan en la manipulación de un determinado dato [30]. Se estableció el diseño experimental con la finalidad de analizar las principales herramientas de RA en la moda para luego crear un prototipo (probador de prendas de vestir).

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Canales [30] “La "técnica" es entendida como uno de los conjuntos de reglas y de procedimientos que permiten al investigador el establecimiento de las relaciones del sujeto de la investigación con el objeto. Complementariamente, el "instrumento" es el mecanismo que normalmente se utiliza durante la investigación para obtención y registro de la información”. A continuación, se plantean las dos técnicas de investigación que se emplearon en la recolección de los datos, que son: análisis documental o bibliográfico y diseño de experimento.

2.4.1 Análisis documental o bibliográfico

Con el objetivo de realizar la evaluación de las principales herramientas de Realidad Aumentada se empleó la técnica de análisis documental o bibliográfico como componente cualitativo durante los meses de febrero a marzo del 2021, este análisis bibliográfico se realizó en fuentes de información científica de impactos (i.e., Scopus, IEEE Xplore, ACM), con el fin de estudiar en profundidad las funcionalidades y características de cada una de las herramientas que permitieron crear sistemas de RA en la moda como por ejemplo, un probador de prendas virtuales mediante la metodología mapeo sistemático.

La revisión de la literatura sistemática es un método que corresponde a estudios sistemáticos. En los estudios donde se aplica el mapeo sistemático proporciona una estructura referente a informes de investigación y proporciona un resume visual en el mapa de los resultados. La metodología mapeo sistemática propuesta por Petersen et al, titulada “*Systematic Mapping Studies in Software Engineering*” para hacer revisión científica, en la *Figura 10*.

En su proceso primero se definen las preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las herramientas de Realidad Aumentada factibles de usar en el desarrollo de aplicaciones orientadas a la industria de la moda?
- ¿Cuáles son los requisitos que debe de cumplir una herramienta de RA en el desarrollo de aplicaciones orientadas a la moda?

Luego se estableció el alcance de la investigación correspondiente a los artículos literario, seguido por la realización de la búsqueda mediante la aplicación de la siguiente cadena de búsqueda: (“augmented reality”) or (“AR”) AND (“fashion”), posteriormente se encontraron un total de 42 artículos encontrados en diferentes bases de datos como IEE y ACM, para luego poder seleccionar los artículos mediante los parámetros de inclusión y exclusión como se visualizan en la *Tabla 1* de los cuales se seleccionaron 14 artículos.

Tabla 1 Inclusión y Exclusión

| | |
|--|--|
| Inclusión: Artículos literarios que describen las herramientas de Realidad Aumentada, cuando varios artículos describen la misma herramienta se seleccionaron los que describieron parámetros diferentes. | Inclusión: En su resumen demuestran explícitamente la utilización de la herramienta de Realidad Aumentada en la moda. A partir del resumen se pudo observar que el estudio puede ser parte de la inclusión. |
| Exclusión: Estudios que no describieron la utilización de alguna herramienta de Realidad Aumentada. | Exclusión: El estudio no describe la utilización de una herramienta de Realidad Aumentada. |

Por consiguiente se analizaron las palabras claves usando el resumen de cada uno de los artículos, seguido por una clasificación de esquema y la extracción de datos y procesos de mapeo para finalmente obtener el mapeo sistemático que se visualizan en la *Tabla 6* se evidencian los 41 artículos recolectados [31]. Los factores de inclusión para efectuar la referencia bibliográfica son únicamente los artículos en los que se ha desarrollado una aplicación móvil orientada a la moda.

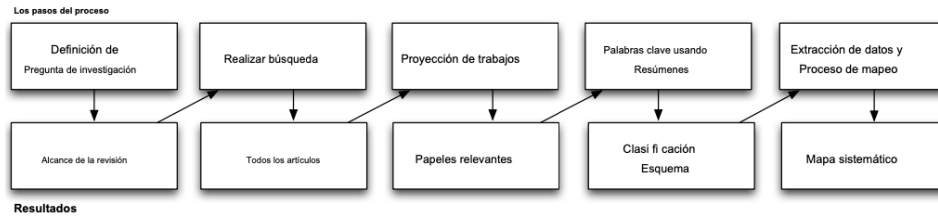


Figura 10 Proceso mapeo sistemático [31]

2.4.2 Diseño experimental

En este estudio se empleó el diseño del experimento laboratorio relacionado al componente cuantitativo, se realizó con la finalidad de medir la comunidad de la herramienta de RA, si la herramienta es de código abierto o no, si la herramienta permite la extracción de características del cuerpo humano, si realiza acoplamiento de prendas de vestir, si la herramienta permite el procesamiento de imágenes, si la simulación se realiza en tiempo real y si la herramienta permite realizar ajustes en el cuerpo virtual; este diseño experimental se puede observar en el instrumento en la Tabla 4 el anexo 1 con el objetivo de realizarse la evaluación de las herramientas y de ese modo poder identificar la herramienta a utilizar en la implementación del prototipo (probador de prendas de vestir virtual), este proceso se realizó mediados del mes de abril de 2021.

2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El presente estudio tiene un enfoque mixto y a su vez existen técnicas para el análisis de datos, por un lado, en el componente cualitativo existe la codificación y la evaluación temática y por el otro lado, en el componente cuantitativo existe la estadística descriptiva [30].

Para el procesamiento de datos se empleó una matriz con la combinación de datos cualitativos y cuantitativos para luego ser procesados y analizados mediante técnicas. Las técnicas que se utilizaron en el estudio son: la evaluación de temática y la estadística descriptiva; por un lado, la evaluación de temática permitió extraer y ordenar la información de los artículos, de tal forma que se establecieron por temáticas como sus autores, fecha, título, país, etc. Por otro lado, la estadística descriptiva le permite al

investigador la realización de análisis de los datos sumergidos en las variables cuantitativas para luego obtener un resumen de ellas, además será posible analizar y describir los datos de la evaluación del prototipo (probador virtual de prendas de vestir).

2.6 Operacionalización de las variables o categorías

A continuación, en la Tabla 2 se visualizan las variables resaltadas en este estudio con sus respectivas definiciones y ampliación. La finalidad de estas variables fue poder tener un patrón de seguimiento del contexto y centrar una solución para el prototipo.

Tabla 2 Principales variables e indicadores

| VARIABLE | DESCRIPCIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | TIPO DE VARIABLE |
|--|--|----------------------------|--|------------------|
| HERRAMIENTAS DE RA SIN MARCADORES | Se determina cual es la herramienta que se utilizará en la implementación de un probador de prendas de vestir. | Plataforma | Tipo de licencia | Cualitativa |
| | | | Código de programación | Cualitativa |
| | | | Documentación | Cualitativa |
| | | | Escalabilidad | Cualitativa |
| | | | Extracciones características | Cualitativa |
| | | Características de la Moda | Procesa imágenes | Cualitativa |
| | | | Ajusta simulación | Cualitativa |
| | | | Simula prendas de vestir | Cualitativa |
| | | | Simulación en tiempo real | Cualitativa |
| | | | Acoplamiento de prendas virtuales al cuerpo humano | Cualitativa |
| | | | Capacidad para reconocer su adecuación | Cuantitativa |

A continuación, se va a describir las variables, sus dimensiones e indicadores existente en la Tabla 2.

Variable: Herramientas de RA sin marcadores

La variable herramienta de RA sin marcadores se estructuró con la finalidad de establecer los parámetros de evaluación para cada herramienta seleccionada a la evaluación y

posteriormente realizar una comparación entre ellas con el objetivo de seleccionar una herramienta que permitió la creación de un probador de prendas de vestir para Android.

Indicadores en cuanto a plataforma

La dimensión correspondiente a la plataforma permitió describir las funcionalidades que tiene integrada cada herramienta con el objetivo de seccionar las herramientas para luego ser evaluadas.

- **Tipo de licencia:** es uno de los parámetros fundamentales al comparar la herramienta, ya que permitió establecer si la herramienta es pagada o es libre y fue realizada su medición en el mes de abril.
- **Código de programación:** indicador que permitió describir el lenguaje de programación de la herramienta con la finalidad de saber la estructura de código y fue medido durante el mes de abril.
- **Documentación:** este indicador permitió establecer la cantidad de la comunidad de usuarios por cada herramienta, contar con documentación necesaria y tener en cuenta sus limitaciones que se midieron en el mes de abril.
- **Escalabilidad:** Este indicador permitió describir si la herramienta es escalable a trabajos futuros sí o no y se lo midió en el mes de abril.

Indicadores en cuanto a característica de la moda

La dimensión de la característica de la moda permitió obtener información esencial por parte de la herramienta de Realidad Aumentada sin marcadores con la finalidad de lograr saber si la herramienta logra sobreponer las características de la moda que se necesitan para simular un probador de prendas de vestir virtual.

- **Extracción de características:** Este indicador permitió reconocer si la herramienta permite extraer las características del ambiente real o no, con la finalidad de saber si es aplicado a la moda y se realizó su respectiva medición en el mes de abril.
- **Procesamiento de imágenes:** permitió saber si la misma herramienta permite extraer imágenes o toca recurrir a otras herramientas como opencv para su procesamiento y se empleó su medición en el mes de abril.

- **Ajuste de simulación:** este indicador es esencial porque midió la exactitud al momento de realizar la simulación y se fue realizado a mediados del mes de abril.
- **Simula prendas de vestir:** es de vital importancia, ya que se empleó este indicador para conocer si la herramienta simula prendas de vestir o no y al igual que los otros indicadores.
- **Simulación en tiempo real:** este indicador permitió conocer si la herramienta realiza la simulación en tiempo real o no permitiendo descartarla o tomarla para la realización del prototipo y se midió en el mes de abril.
- **Acoplamiento de prendas virtuales al cuerpo humano:** este indicador es esencial debido a realizó ediciones si permite simular prendas de vestir en el cuerpo humano o no y fue aplicada la medición mediados de abril.

2.7 Herramientas de Realidad Aumentada

Ultra

Es una herramienta de RA que permite crear aplicaciones súper ligeras y compactas brindándole la facilidad a los usuarios la creación de sistemas propios, utilizada en dispositivos móviles para permitir el reconocimiento de las escenas mediante marcadores. Esta herramienta fue creada para dar soporte en sistemas de entornos industriales, aunque fue creada para cualquier escenario de RA que tuviera cabida en una terminal [18].

Como primer requisito es ineludible que el dispositivo este conectados a un cámara fotográfico mínimo de 800x600 píxeles, seguido por la rapidez de videos y manifiestos 3D para ejecutar las operaciones requeridas. Cabe recalcar que ULTRA admite la creación de contenido off-line a partir un servidor remoto por lo que se requiere la presencia de dos dispositivos hardware tales como un móvil para conectarse con la W-LAN desde el servidor y un dispositivo que actúe como servidor [18].

March

Es un instrumento que consiente en la visualización de contenidos digitales sobre grabados en cuevas prehistóricas, creado con la finalidad de funcionar en terminales móviles, como primer requisito se realiza el reconocimiento de escena mediante marcadores. Este sistema consta de 2 partes que son por un lado una sección off-line y por otra una aplicación móvil. La sesión off-line se encarga de registrar las imágenes que

serán utilizadas en la implementación de la RA, posteriormente se procede con la extracción de una capa de fondo transparente para la interpretación [18].

La utilización de la herramienta de RA March se debe al reconocimiento de marcadores mediante el software Nokia CV con un componente hardware de la cámara de un dispositivo móvil, además el tratamiento de la imagen se debe bajo el mismo software con el componente del procesador y memoria del teléfono móvil y por último la visualización del sistema se lo realiza mediante la pantalla del dispositivo móvil [18].

Astor

Es un sistema de RA donde la información se visualiza en unas pantallas transparentes sin la utilización de un dispositivo presentando holografía para mostrarle la información al usuario. Hace uso de dos proyectores que se reflejan sobre el holográfico óptico (HOE) como se indica en la **Error! Reference source not found.** La herramienta necesita de unos HOE transparente, los cuales son unos platos cristalinos o láminas plásticas acoplados a la superficie [18].

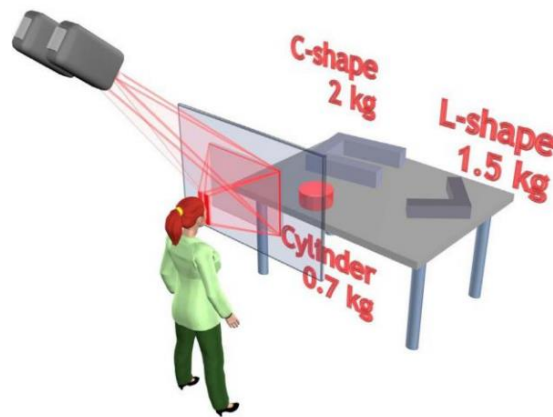


Figura 11 Representación del sistema ASTOR [24]

Polar

Herramienta de RA de costos bajos que permite superponer información de escenas del mundo real con la utilización de un espejo medio-plateado que refleja por un lado los objetos del mundo real y por otro la información digital. Los requisitos de hardware son muy limitados siendo necesario los siguientes componentes: espejo medio-plateado, un

ordenador para los cálculos, una pantalla donde se crea la imagen virtual que se refleja en el espejo [18].

Layar

Es una herramienta de RA para Android que permite la visualización del escenario real en teléfonos móviles. La terminal muestra las escenas reales mediante una cámara, con el GPS móvil se envía al servidor la ubicación, con estas referencias el servidor envía respuestas con imágenes o con texto donde está enfocado el teléfono. Para que el cliente puede utilizar el sistema con un dispositivo móvil Android con una cámara de video integrada [18].

Locus

Locus es una herramienta de RA para terminales móviles especialmente para asistente digital personal (PDA) y teléfonos 3G, el usuario visualiza los datos sobre lugares en base a la técnica de geo-posicionamiento, siendo las obligaciones del sistema el acumular y gestionar datos espaciales, se dispone de una herramienta de modelado 3D, suministrar de un método de posicionamiento del terminal móvil [18].

Artoolkit

Es una herramienta de RA basada en el seguimiento, utiliza lenguaje de programación de código abierto, trabaja como un complemento para Unity3D con el manejo de marcadores materiales para computarizar en tiempo real la posición de la cámara fotográfica y su lugar, proporciona la creación de aplicaciones de RA en tiempo real, sobrepone objetos virtuales 3D sobre marcadores reales con una interfaz gráfica GUI, con soporte para 3D mediante la programación de java y Matlab [17].

Buildar

Herramienta de RA que se implementa mediante la utilización de una cámara web y por medio de reconocimiento vincula modelo 3D, va dirigida a no programadores por su fácil utilización con 3 versiones, donde sus variaciones son la agregación de videos, sonido, texto, imágenes, seguimiento de imágenes, etc [17].

Aumentaty Author

Herramienta de RA que incorpora modelados 3D por medio de la entrada de cámara web y lo marcadores que permiten incorporar modelos SketchUp, 3DMax, Blender, ect. Es una herramienta que permite la posibilidad de mover, rotar, y desplazamiento de modelo con la integración de modelos 3D [17].

Mobile-D

Es una metodología basada en un enfoque ágil Extreme Programming siendo las prácticas de desarrollo, la metodología Crystal correspondiente a la escalabilidad del método y por último Rational Unified Process que corresponde a la cobertura del ciclo de vida. Este enfoque está orientado a equipos pequeños menores de 10 desarrolladores e incluso un solo desarrollador con el objetivo de realizar una aplicación móvil en período costos de tiempo [32].

Los proyectos basados en este enfoque se dividen en cinco iteraciones tales como: configuración, núcleo, núcleo2, estabilización y finalización; cada una de las iteraciones consta de 3 días específico que son: día de planificación, día laborable y día de lanzamiento. Las prácticas de las fases contempla nueve elementos principales como son los siguientes: Fases y ritmo, línea de arquitectura, desarrollo basado en pruebas móviles, integración continua, programación de pares, métricas, mejora de procesos de software ágil y el enfoque centrado en el usuario [32].

3 CAPÍTULO IV: RESULTADOS

3.1 Mapeo sistemático

En la Tabla 3 se puede visualizar que los 14 artículos tienen relación con la Realidad Aumentada, 6 de los artículos son aplicados en la moda, 3 han utilizado el motor de Unity, 6 han utilizado la herramienta Vuforia, 13 han aplicado modelados 3D, 10 han sido implementados en aplicaciones móviles, 7 han utilizado la herramienta AtoolKit, 11 han hecho uso del posicionamiento en su desarrollo y por último 2 estudios han utilizado la herramienta Layar. Este mapeo fue útil para analizar los estudios con referente a la Realidad Aumentada y luego seleccionarlo.

Se aplicó el mapeo sistemático para la revisión bibliográfica en busca de información de las herramientas de Realidad Aumentada, se recopilaron un total de 42 artículos de los cuales se seleccionaron 14 artículos mediante los parámetros de inclusión y exclusión como se describieron en la metodología para aplicar el mapeo sistemático mediante la selección de palabras claves de los resúmenes de éstos.

Las herramientas más factibles para para el desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada en la industria de la moda serian Vuforia y ARtoolKit, la cual responde a la primera pregunta de investigación. Por otro lado, los requisitos más idóneos para una

herramienta de Realidad Aumentada orientada a la moda serían los modelados 3D y el posicionamiento, lo cual responde a la segunda pregunta de investigación.

Un dato importante para resaltar es que la herramienta más idónea para realizar la aplicación en este estudio ha sido Vuforia.

Tabla 3 Resultado del mapeo sistemático

| Titulo Artículo | Realidad | moda | Unity | Vuforia | modelados | móvil | ArtoolKit | posicionamiento | Layar |
|--|-----------|------|-------|---------|-----------|-------|-----------|-----------------|-------|
| | Aumentada | | | | 3d | | | | |
| Prototipos de realidad aumentada móvil rápido en contexto educativo. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Interacción directa a dos manos con artoolkit. | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Artoolkit y Vuforia: una colación analítica. | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Realidad aumentada con Vuforia para marketing residencia | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Realidad aumentada y artoolkit para Android: los primeros pasos. | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| auto calibración de la cámara para artoolkit. | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Investigación y desarrollo de realidad aumentada juego de rompecabezas para niños basado en Vuforia. | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Goonar: un libro de cuentos bilingüe para niños a través de la tecnología de realidad aumentada utilizandoUnity con el marco de Vuforia. | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Producción de contenidos de moda digital basados en realidad aumentada usando clo 3d y Vuforia. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Theempa: juegos ar simples con layar. | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

| | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|----|----|---|----|---|
| Aumento sistemático de marcadores artoolkit para navegación interior y guía. | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Aumento sistemático de marcadores del kit de herramientas para la navegación en interiores y orientación. | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Manipulación de la posición del objeto virtual usando artoolkit. | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Body layars: un conjunto de herramientas para la realidad aumentada basada en el cuerpo. | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Total, de puntos | 14 | 6 | 3 | 6 | 13 | 10 | 7 | 11 | 2 |

3.2 Evaluación de las herramientas de Realidad Aumentada

Para la evaluación de las herramientas de Realidad Aumentada se seleccionaron las herramientas recopiladas mediante el mapeo sistemático tales como: Vuforia, Layar y ARtoolKit como se visualiza en la Figura 12 en donde se observa el gráfico de la evaluación de las herramientas de Realidad Aumentada. La herramienta Layar esta resaltada con líneas verdes, Vuforia esta resaltada con líneas rojas y ARTool Kit con líneas amarillas; la puntuación de 1 a 11 significan las 11 preguntas que fueron respondidas por cada una de las herramientas a evaluar y de 1 a 5 las ponderaciones asignadas a sus respuestas.

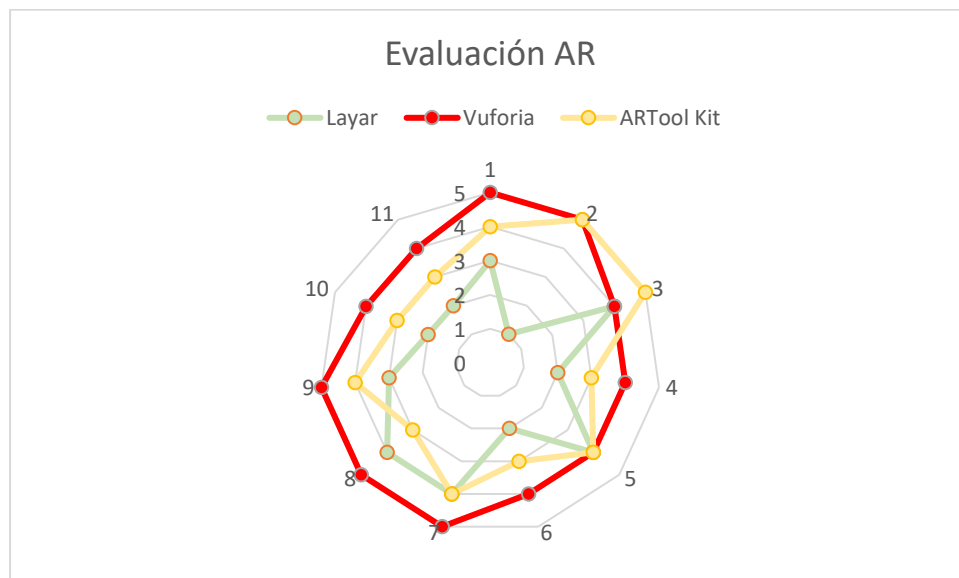


Figura 12 Evaluación de las Herramientas de Realidad Aumentada

Para aplicar la evaluación se respondieron preguntas por cada una de las herramientas como se describen en la Tabla 4, la evaluación se realizó mediante ponderación de 1 a 5 en referente a la información encontrada por cada herramienta, de lo cual se obtuvo como resultado la herramienta más idónea para realizar el prototipo sería Vuforia con mayor número de ponderaciones.

3.3 Arquitectura de desarrollo Modelo Vista Vista Modelo (MVVM)

Se utilizó la arquitectura de software mvvm como una guía para el desarrollo del prototipo, la cual consiste en sustituir el controlador por el modelo- vista en donde la lógica de negocio se desenfoca de la interfaz del usuario. Unas de las principales ventajas de esta arquitectura de desarrollo es que nos permite hacer pruebas unitarias por cada vista creada y sus componentes se pueden reutilizar de tal modo que se crea un sistema más simplificado. En la Figura 13 se muestra una breve explicación de cómo funciona el patrón de diseño MVVM, siendo el modelo donde se aloja toda la lógica de los datos, la vista modelo es la encargada de interactuar con el modelo y la vista, por último, la vista que será la parte visual que interactúa directamente con el usuario [33].

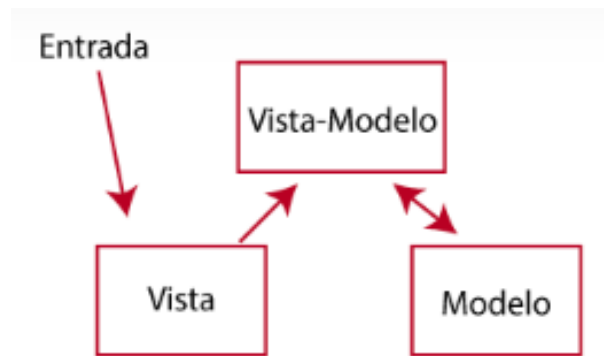


Figura 13 Arquitectura MVVM

En la Figura 14 se visualiza la aplicación de la tecnología MVVM, siendo el modelo donde se alojan los datos de cada uno de los productos creados con sus respectivas categorías para seccionarlos, a su vez tenemos la carpeta *view* que se encuentran cada una de las vistas con sus respectivos componentes a utilizar al momento de interactuar con el usuario y por último y no menos importante debido a que es la parte esencial de esta arquitectura ubicada en recurso asumiendo el papel de modelo vista que se encarga de comunicarse con el main para direccionar cada una de las vistas que serán llamadas para la ejecución.

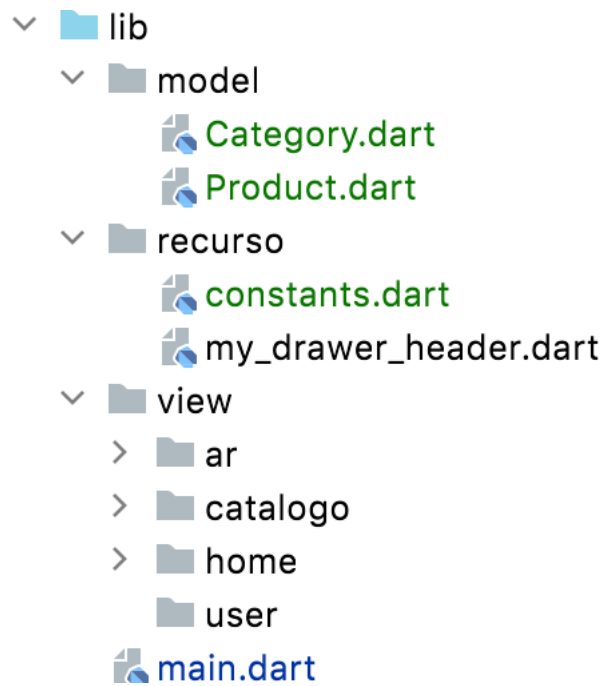


Figura 14 Metodología MVVM

3.4 Arquitectura del sistema

En la arquitectura se propone un desarrollo de software para la obtención de una aplicación móvil con la finalidad de poder brindarle al usuario un probador de prendas de vestir de forma virtual, por consiguiente, se presentan las herramientas y técnicas utilizados durante el desarrollo. Una vez seleccionada la herramienta Vuforia como kit de RA se estableció los framework a utilizar debido a su compatibilidad como es Flutter y Unity. Se utilizó el motor de desarrollo Unity3D con la integración de Vuforia como herramienta de Realidad Aumentada de tal manera que brindó muchas funcionalidades que sirvieron de gran ayuda en el desarrollo y hace uso de un marcador para simular la prenda de vestir sobre la persona, para desarrollar la aplicación se utilizó Flutter como framework mediante el lenguaje de programación Dart y Firebase como base de datos en donde se contiene información del usuario y de los productos que habitan en el catálogo.

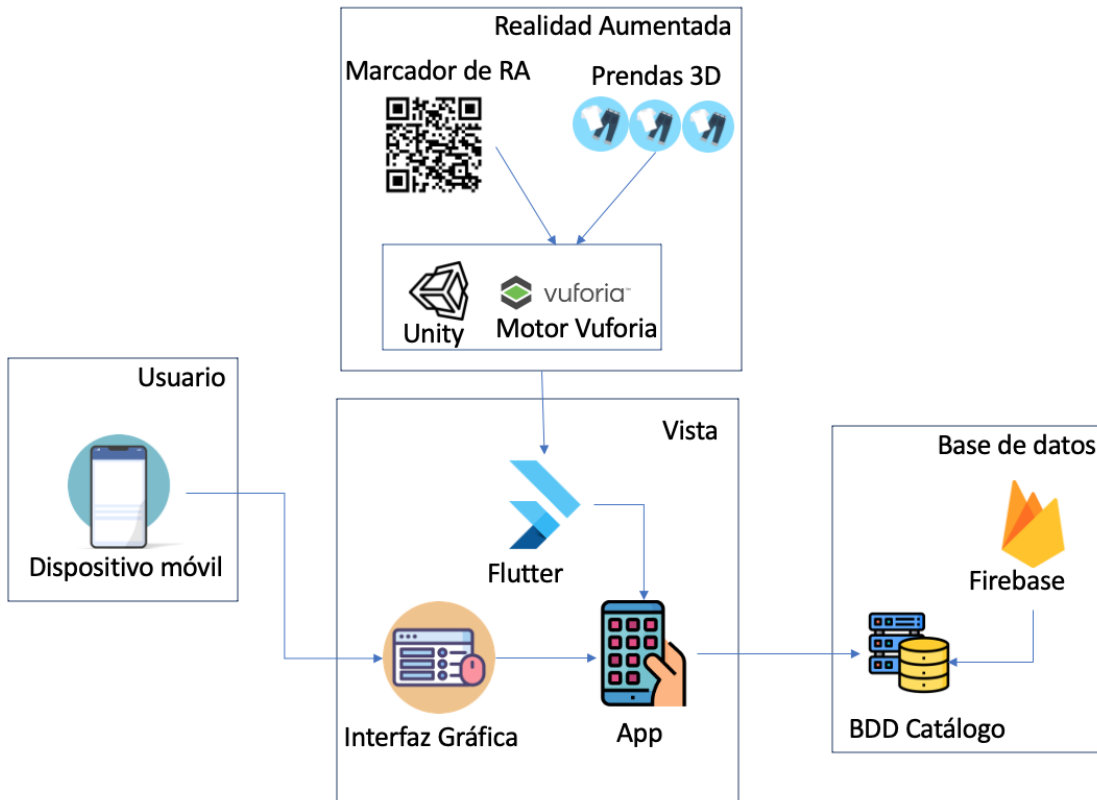


Figura 15 Arquitectura del aplicativo

En la Figura 15 se observa que la arquitectura está compuesta por 4 sesiones, i) Por un teléfono inteligente con Android que contiene la aplicación instalada, ii) una interfaz gráfica de la aplicación para visualizar el catálogo, iii) un motor de realidad aumentada que procesa imágenes 3D a través de un código qr para proyectarlas a la interfaz de simulación de la prenda de vestir sobre el cuerpo de la persona y por último iv) un servidor de base de datos que mantiene comunicación con la interfaz para poder mostrar la información del usuario y de los productos. Se las dividió en sesiones debido a que son las partes que contemplan la implementación del prototipo para luego ser integradas.

3.5 Desarrollo

Para el cumplimiento del objetivo del desarrollo de un prototipo con Realidad Aumentada se realizó haciendo usos de las tecnologías antes mencionadas como Unity siendo el motor de la Realidad Aumenta, Vuforia como Herramienta a utilizar y lo más esencial donde se visualizó nuestra aplicación móvil Flutter como framework utilizado. Hay que recalcar que se describirá de forma más específica lo realizado en cada una de las tecnologías. Para ello se establecieron módulos siendo los siguientes: módulo Unity,

módulo Flutter y módulo integración con su respectivo código en el repositorio, <https://github.com/belkixrequejo/AppFlutterUnity.git>.

3.5.1 Módulo Unity

Si bien es cierto Unity es un motor gráfico que nos permitió integrar nuestra escena gráfica haciendo uso de objetos 3D para la proyección. Este motor es usado para la creación de video juego y en esta ocasión lo hemos usado para la simulación de una prenda de Vestir. En la Figura 16 se muestra la escena ya creada en Unity, en donde se ha hecho uso de la cámara de Vuforia para el reconocimiento del QR y luego sobreponer el objeto 3D con todas las configuraciones ya realizadas. El QR que es leído por la cámara de Vuforia es integrado directamente desde la base de datos ya creada y que se describirá más adelante. Se hizo uso de un Image Target es un componente de destino de Vuforia que se utilizó para el reconocimiento y sobre posicionamiento.

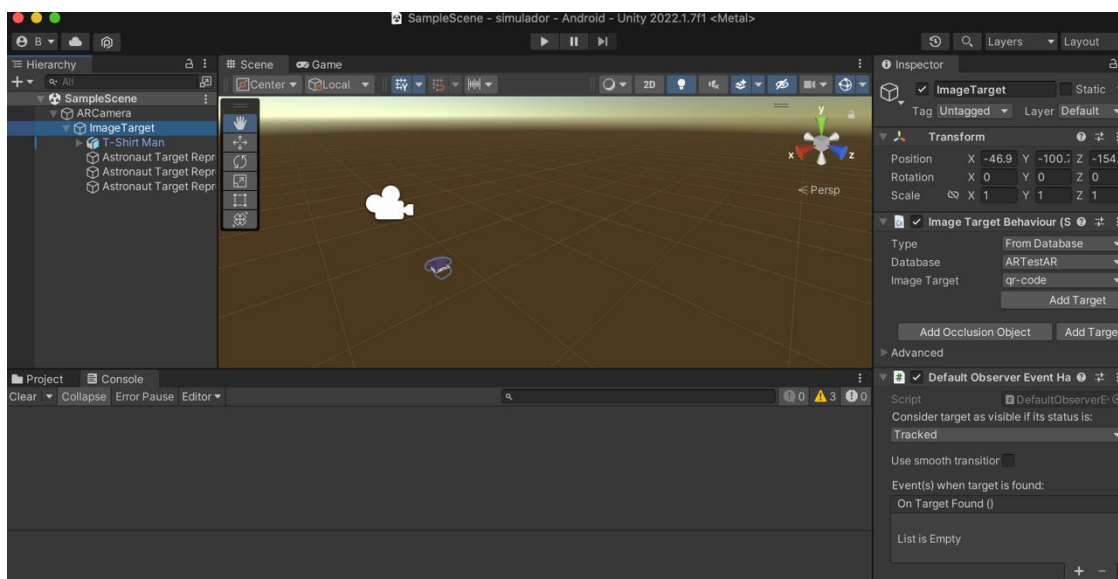


Figura 16 Desarrollo en Unity

Además, cabe mencionar que el objeto 3D se lo obtuvo de la tienda de Unity mismo que se encuentra en la Tabla 5 para ser sobrepuesto encima del QR se integró a Unity en la carpeta Asserts y a su vez en prendas. Un objeto 3D utiliza una colección de puntos en el espacio lo que ayudó a sobreponer la prenda en este caso mediante cálculos geométricos sobre posiciones. Actualmente existen muchas aplicaciones para crear objetos 3D tales

como Autodesk, Cinema 4D, AutoCAD, Blender y una que se está usando bastante que no es necesario tener mucho conocimiento para entenderla es Pifuhd que permite crear objetos haciendo uso de la inteligencia artificial, pero los objetos es algo que se abordará en una próxima ocasión.

3.5.1.1 Vuforia

Al ser Vuforia la herramienta seleccionada de la evaluación por ser la más indicada para la realización de un prototipo de probador de ropa virtual, esta es un kit o más conocido como un SDK para aplicaciones móviles con Realidad Aumentada. Utiliza una potente tecnología para reconocer imágenes y sobreponer objetos 3D. Vuforia tiene la facilidad de agregar marcadores, mismo que se usó un Image Target antes mencionados para el reconocimiento del QR y sobreponer el objeto 3D que es este caso se hizo uso de una camisa. En la **Error! Reference source not found.** se visualiza la utilización de Vuforia mediante una base de datos donde se encuentra el QR y las prendas utilizadas como referencias a la simulación, luego de la creación de la base de dato ARTestAR se la importo en la escena de Unity para luego ser usada.

The screenshot shows the Vuforia Target Manager web interface. The browser address bar displays the URL: `developer.vuforia.com/targetmanager/project/targets?projectId=02ba883c4b0643f9ba...`. The page header includes the Vuforia logo and navigation links: Home, Pricing, Downloads, Library, Develop, and Support. A user profile for 'Hello brequejo' is visible with a 'Log Out' option. Below the header, there are tabs for 'License Manager', 'Target Manager', and 'Credentials Manager'. The main content area shows the 'ARTeSTAR' project with an 'Edit Name' link. Underneath, there is a 'Type:' label and a 'Targets (5)' button. A table lists the targets with columns for Target Name, Type, Rating, Status, and Date Modified. The table contains five entries: 'qr-code', 'CAMISAS3', 'CAMISAS1', 'vestido1', and 'QR_Code'. At the bottom, it indicates 'Last updated: Today 07:16 AM' with a 'Refresh' link.

| <input type="checkbox"/> | Target Name | Type | Rating | Status | Date Modified |
|--------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | qr-code | Image | ★★★★★ | Active | Aug 16, 2021 17:27 |
| <input type="checkbox"/> | CAMISAS3 | Image | ★★★★★ | Active | Jul 06, 2021 21:43 |
| <input type="checkbox"/> | CAMISAS1 | Image | ★★★★★ | Active | Jul 06, 2021 21:34 |
| <input type="checkbox"/> | vestido1 | Object | n/a | Active | Jul 05, 2021 19:50 |
| <input type="checkbox"/> | QR_Code | Image | ★★★★★ | Active | Jul 02, 2021 08:51 |

Figura 17 base de datos Vuforia

En la Figura 17 se observa la utilización de Vuforia como herramienta de Realidad Aumentada en nuestro proyecto de Unity, siendo la esencial al momento de la funcionalidad de la aplicación para la proyección de la prenda de vestir. Cabe recalcar que esta herramienta hizo que todo el proceso fuera más fácil ya que tiene todas las herramientas que se necesitaron para la implementación.

Se utilizó el código QR que se visualiza en la Figura 18 para la simulación, este QR se creó con la finalidad de que la cámara de Vuforia lo reconociera para luego hacer la proyección de la prenda de vestir.



Figura 18 QR para la simulación

3.5.2 Módulo Flutter

A continuación, se visualizan los resultados logrados mediante la implementación del catálogo haciendo uso del framework Flutter, este a su vez trabaja con widgets. Se han implementado varios widgets para lograr llegar al resultado que se está visualizando y cada uno de los interactúan mediante la llamada de la vista modelo.

Los Widgets han sido usado para crear las vistas que tienen interacción directa con el usuario las cuales se visualizan en la Figura 19 la cual muestra un pequeño menú para dirigirse a las demás vista, por consiguiente en la Figura 20 se visualiza el catálogo de los productos para ser seleccionados por el usuario y por último en la Figura 21 denota la vista detalle donde el usuario tiene la opción de probarse dicha prenda haciendo uso de la Realidad Aumentada. Una vez pulsado el botón “probar” la aplicación direcciona a Unity que se conecta directamente con la cámara de Vuforia para luego ser utilizada.

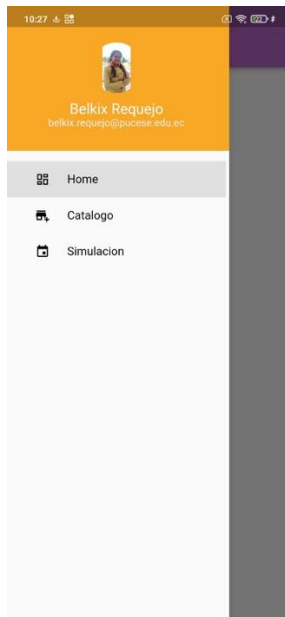


Figura 19 vista menú

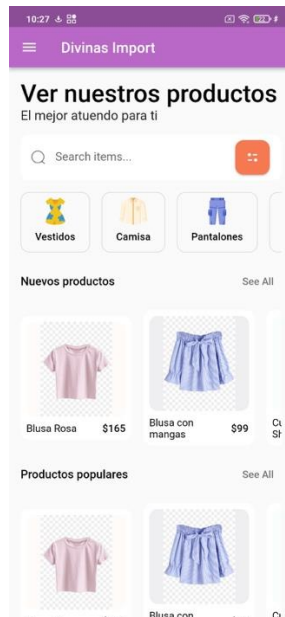


Figura 20 vista catálogo



Figura 21 vista detalle

3.5.3 Módulo Integración de Flutter con Unity

En este apartado para llevarse a cabo se utilizó Unity en su versión 2022.1.7f1 para desarrollar la escena, una vez realizada la escena se creó el proyecto de Flutter con la versión 2.7 que sí son compatibles y es la última versión funcional estable para utilizarse. Una vez creado el proyecto de Flutter se añadió el proyecto de Unity a Flutter, posteriormente se importó el paquete de Flutter como se visualiza en la Figura 22 la integración de Flutter a Unity. Una vez realizada la integración de Flutter a Unity se realiza la exportación a la plataforma Android para luego ser usada en Flutter mediante las librerías creadas tanto para Vuforia como para Unity.

Lo que hizo posible esta integración fue hacer uso del Widget Unity Flutter creada por una comunidad de desarrolladores y puesto en marcha en el sitio oficial de Flutter como uno de sus widgets y sólo se agrega haciendo uso de la dependencia para luego actualizarla, el uso del widget en la misma versión del Unity para asegurar su compatibilidad y evitar los errores, este widget se lo puede encontrar en la Tabla 5.

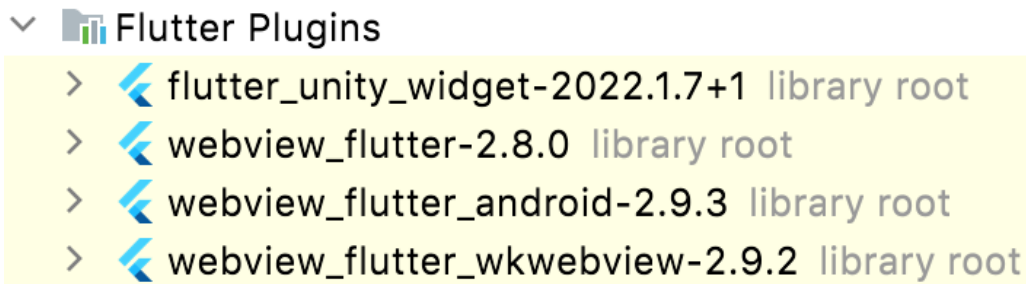


Figura 22 Flutter Unity widget

3.5.3.1 Probador de ropa Virtual

En la Figura 23 se visualiza un diagrama de flujo explicando el proceso que realiza el prototipo al ser utilizado por el usuario. Al iniciar la aplicación móvil el usuario visualiza la vista del menú para luego pasar a un catálogo de productos que en este caso son las prendas de vestir, por consiguiente se visualiza la lista de prendas para luego seleccionar una de ellas y ser direccionado a la vista de detalle, una vez en la interfaz de detalle del producto pulsa el botón de “probar” donde se desplaza sobre la aplicación la cámara del dispositivo a la cual se le debe dar los permisos necesarios para su utilización y se integra Unity mediante una interfaz de usuario que enseguida visualiza la cámara de Vuforia, por último el usuario con la camisa se posiciona frente a la cámara para que Vuforia detecte el QR en la prenda y así poder sobreponer el objeto que respectivo siendo una camisa.

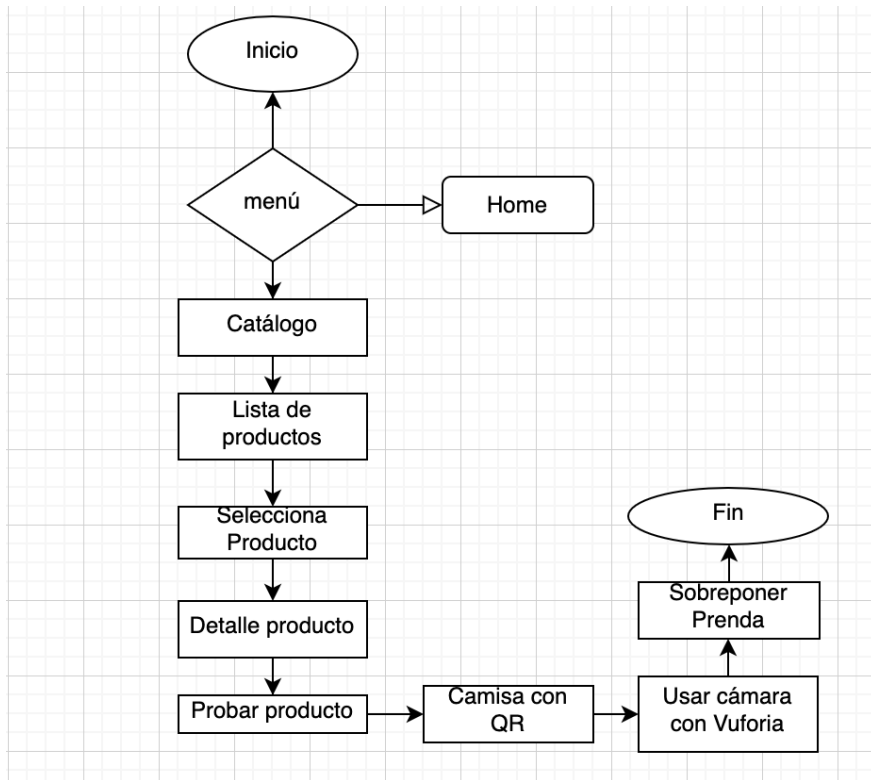


Figura 23 Diagrama de flujo

El prototipo desarrollado usando Flutter cuenta con una interfaz gráfica principal donde el usuario puede ver el catálogo de los productos una vez se registre e inicie sesión en la aplicación, posteriormente se creó un menú para la selección de la prenda a simular. La integración de Unity con Vuforia como herramienta y Flutter como framework se logró gracias a la utilización del widget antes mencionado y con una serie de configuraciones. Para hacer uso del probador virtual se debe de direccionar desde la vista detalle del producto mediante el botón “probar” por consiguiente, se mostrará la cámara de Vuforia para el reconocimiento del QR mismo que se logró haciendo uno de una camisa con el código QR estampado como se visualiza desde la Figura 25 hasta la Figura 32 el conjunto de pruebas realizadas en diferentes ángulos demostrando su efectividad. Las pruebas realizadas se llevaron a cabo desde algunos ángulos con la intención de probar la efectividad de la detección a diferentes distancias siendo la más lejana de 2 metros aproximadamente y la más cercana de 1 metro.



Figura 24 QR para la simulación



Figura 25 rueba 1



Figura 26 Prueba 2



Figura 27 Prueba 3



Figura 28 Prueba 4



Figura 29 Prueba 5



Figura 30 Prueba 6



Figura 31 Prueba 7



Figura 32 Prueba 8

4 CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En el estudio propuesto por Dong et al. [6] “*Towards multi-pose guided virtual try-on network*”, se realizó una red de pruebas virtuales con múltiples posturas (MG-VTON), mismo que incorporó en su procesamiento Inteligencia Artificial para la red haciendo uso de la computadora para su prueba. En cambio, en esta investigación no se hizo uso de inteligencia artificial ya que la utilización de Vuforia como kit de RA se encargó de la detección del QR y se logró sobreponer la camisa con una serie de cálculos realizados para un mayor ajuste.

En la investigación realizada por Herrera et al. [1] “*Optimización de tiempos utilizando realidad aumentada para la industria de la moda*”, se implementó una aplicación móvil para Android con la utilización de Vuforia para integrar la Realidad Aumenta siendo su objetivo principal recolectar la información que los usuarios tardan al probarse una prenda haciendo uso de la aplicación. En comparación a la investigación propuesta también se utilizó Vuforia como Realidad Aumentada con la diferencia de que

se utilizó un QR para la detección y lograr cumplir con el objetivo de simular la prenda sobre el usuario.

El estudio propuesto por Soundarya et al. [8] “*Fashion Android Application using Augmented Reality*”, se realizó una aplicación móvil para Android con la utilización de AR Demo como herramienta de RA para que los usuarios logren probarse determinados accesorios antes de comprarlos tales como como gafas de sol, sombreros, collares, etc. Por lo contrario, en esta investigación se logró hacer uso de Vuforia para la detección del QR siendo enfocada a prendas de vestir a diferencia del otro estudio. Cabe recalcar que los accesorios son mucho más fáciles para sobreponer debido a su simplicidad en la detección por las características precisas del rostro humano.

Finalmente, el estudio que fue propuesto por Kevin Ta, Ehud Sharlin y Lora Oehlberg titulado “*An augmented reality sandbox for eFashion garments*” [23], en donde se implementó un Bod-IDE en el cual se puede construir, retirar y probar en el cuerpo humano, siendo su principal objetivo el crear nuevos modelos para ser utilizados por los usuario mediante un espejo mágico. A diferencia de la investigación planteada por faltas de recursos no se pudo implementar la utilización de un espejo mágico, pero la herramienta Vuforia brindó la posibilidad de realizar esta tarea mediante su cámara y obtener resultados muy favorables en cuanto al ajuste y detección del QR.

5 CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La revisión bibliográfica permitió obtener estudios en referente a las herramientas de realidad aumentada más idóneas en la industria de la moda aplicando una cadena de búsqueda en diferentes bases de datos para luego esquematizar la información recolectada por cada herramienta seleccionada (Vuforia, Artoolkit y Layar) mediante el mapeo sistemático para luego ser evaluadas dando como resultado Vuforia.

El análisis realizado para la determinación de la arquitectura fue muy favorable ya que se pudo implementar el prototipo haciendo uso de ésta, mediante la utilización de Unity 3d como motor, Vuforia como herramienta de realidad aumentada, Flutter como

framework de desarrollo del catálogo y Firebase como motor de base de datos para los productos. Pese a que se utilizaron ponderaciones para medir preguntas cualitativas se pudo llegar a obtener buenos resultado en cuanto a la utilización de la herramienta de Realidad Aumentada y con ayuda de unas configuraciones se pudo lograr la integración.

El desarrollo del prototipo se logró haciendo uso de la arquitectura antes mencionada con cada una de las tecnologías, se integraron para lograr sobreponer la escena virtual referente a las prendas de vestir en 3D sobre la escena real que en este caso es el usuario. Para este desarrollo se tuvo que seguir una serie de pasos, desarrollar cada apartado por separado para luego unirlos haciendo uso del Widget Unity Flutter el cual hizo posible que todo esto se logre.

Las pruebas realizadas con el prototipo respecto a su alcance de detección dieron resultados muy favorables debido a la utilización de la cámara de Vuforia que hizo más fácil la tarea de escaneo del código QR para sobreponer la prenda, esto se realizó desde diferentes ángulos para resaltar la efectividad del prototipo.

5.2 Recomendaciones

Es recomendable al realizar una búsqueda literia emplear una cadena de búsqueda acertada para lograr obtener información concreta sobre el tema a tratar y por otro lado el buscar en diferentes bases de datos para recolectar la mayor cantidad de estudios para ser analizados, en cuando al realizar un mapeo sistemático es muy recomendable seleccionar los artículos mediante los criterios de inclusión y exclusión planteado y la selección de las palabras claves intervienen mucho en la esquematización de los artículos seleccionados.

Cabe recalcar que antes de seleccionar una herramienta a utilizar se debe de realizar un previo análisis, en este caso se realizó una evaluación para obtener la herramienta idónea a trabajar y posteriormente poder seleccionar cada una de las tecnologías a utilizar que se relacionen a los requerimientos de la aplicación a desarrollar.

Se debe de tener muy en cuenta las compatibilidades de las tecnologías a utilizar cuando se vaya a desarrollar un prototipo, ya que al momento de implementar el desarrollo se puede tener problemas de compatibilidad en donde las tecnologías seleccionadas en la arquitectura pueden dar dificultades al momento de integrarlas.

Hay que tomar en cuentas las versiones que se utilizan para cada una de las plataformas a utilizarse para asegurar la compatibilidad y tratar de usar versiones estables que ya sean probadas y garantizadas por la comunidad de Flutter y verificada por ellos mismo, ya que al ser algo muy nuevo hay poca documentación y es ahí donde nos enfrentamos a complicaciones que no tendremos buenos resultados.

REFERENCIAS

- [1] R. Herrera, D. Araujo, G. Guerrero, y F. Tapia, «Optimización de tiempos utilizando realidad aumentada para la industria de la moda», pp. 806-816, 2020.
- [2] M. Kim y K. Cheeyong, «Augmented reality fashion apparel simulation using a magic mirror», *Int. J. Smart Home*, vol. 9, n.º 2, pp. 169-178, 2015, doi: 10.14257/ijsh.2015.9.2.16.
- [3] R. K. J. De Silva, T. D. Rupasinghe, y P. Apeageyi, «A collaborative apparel new product development process model using virtual reality and augmented reality technologies as enablers», *Int. J. Fash. Des. Technol. Educ.*, vol. 12, n.º 1, pp. 1-11, 2019, doi: 10.1080/17543266.2018.1462858.
- [4] M. S. A. El-Seoud y I. A. T. F. Taj-Eddin, «An android augmented reality application for retail fashion shopping», *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 13, n.º 1, pp. 4-19, 2019, doi: 10.3991/ijim.v13i01.9898.
- [5] B. Wang, H. Zheng, X. Liang, Y. Chen, L. Lin, y M. Yang, «Toward characteristic-preserving image-based virtual try-on network», *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 11217 LNCS, pp. 607-623, 2018, doi: 10.1007/978-3-030-01261-8_36.
- [6] H. Dong *et al.*, «Towards multi-pose guided virtual try-on network», *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2019-October, pp. 9025-9034, 2019, doi: 10.1109/ICCV.2019.00912.
- [7] A. Sideris, «Dissertation Title : Augmented Reality Enhancing the Digital Customer Experience in Fashion Retailing Industry», n.º June, pp. 0-83, 2020.
- [8] Soundarya S Jetty, «Fashion Android Application using Augmented Reality», *Int. J. Eng. Res.*, vol. V9, n.º 07, pp. 892-895, 2020, doi: 10.17577/ijertv9is070340.
- [9] C. Escobar, C Gómez, «Comportamiento del Consumidor durante la Pandemia COVID-19: ¿Qué tan importante es la posición de una marca frente a un problema social?», vol. 2507, n.º 1, pp. 1-9, 2020.
- [10] C. A. Martín, «Mercados Las tiendas físicas en la era digital : Un futuro incierto», 2018.
- [11] T. F. I. N. D. E. Grado, L. A. Realidad, y A. En, «Grado en comercio», 2020.
- [12] Z. Zhao y X. Ma, «A compensation method of two-stage image generation for human-ai collaborated in-situ fashion design in augmented reality environment», *Proc. - 2018 IEEE Int. Conf. Artif. Intell. Virtual Reality, AIVR 2018*, vol. 1, pp. 76-83, 2019, doi: 10.1109/AIVR.2018.00018.
- [13] T. L. Huang, S. Mathews, y C. Y. Chou, «Enhancing online rapport experience via augmented reality», *J. Serv. Mark.*, vol. 31, n.º 7, pp. 851-865, 2019, doi: 10.1108/JSM-12-2018-0366.

- [14] J. Trujillo, «Análisis de la realidad aumentada como generadora de valor para las empresas del sector retail en la categoría moda», *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, n.º 9, pp. 1689-1699, 2020.
- [15] R. Oliveira, T. Farinha, S. Singh, y D. Galar, «An Augmented Reality Application to Support Maintenance – Is It Possible?», p. 12, [En línea]. Disponible en: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1008266/FULLTEXT01.pdf>.
- [16] Á. S. Caiza, «Estudio comparativo de herramientas de desarrollo para software de realidad aumentada orientado a la implementación de una aplicación móvil informativa publicitaria de la PUCESA.», pp. 1-119, 2016, [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/1630/1/76152.pdf>.
- [17] B. Guzmán, «Estudio de viabilidad del uso de la realidad aumentada para la mejora del aprendizaje. Desarrollo de un prototipo para la asignatura de logística.», p. 88, 2017, [En línea]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/91210/GUZMÁN - Estudio de viabilidad del uso de la realidad aumentada para la mejora del aprendizaje. D....pdf?sequence=1>.
- [18] H. L. Pombo, «Análisis y Desarrollo de Sistemas de Realidad Aumentada», p. 124, 2010, [En línea]. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/11425/>.
- [19] L. Manuel Cerdá Suárez y J. Casado Gómez Joaquín Casas Albertos Virginia Jimeno Calle Álvaro José Monedero Carreras Carolina San Isidro Martín, «La Realidad Aumentada como herramienta de innovación en marketing: el catálogo de IKEA redecore tu casa», vol. 2, pp. 105-112, 2015, [En línea]. Disponible en: http://www.ikea.com/ms/es_ES/this-is-ikea/the-ikea-concept/index.html%7D.
- [20] L. Angulo y Á. Montoya, «Estudio de prefactibilidad para la instalación de un m-commerce modelo dropshipping por medio de una aplicación móvil con tecnología de realidad aumentada», 2020.
- [21] M. T. Cuomo, D. Tortora, G. Festa, F. Ceruti, y G. Metallo, «Managing omni-customer brand experience via augmented reality: A qualitative investigation in the Italian fashion retailing system», *Qual. Mark. Res.*, vol. 23, n.º 3, pp. 427-445, 2020, doi: 10.1108/QMR-11-2017-0142.
- [22] A. Watson, B. Alexander, y L. Salavati, «The impact of experiential augmented reality applications on fashion purchase intention», *Int. J. Retail Distrib. Manag.*, vol. 48, n.º 5, pp. 433-451, 2018, doi: 10.1108/IJRDM-06-2017-0117.
- [23] K. Ta, E. Sharlin, y L. Oehlberg, «Bod-IDE: An augmented reality sandbox for eFashion garments», *DIS 2018 - Companion Publ. 2018 Des. Interact. Syst. Conf.*, pp. 33-37, 2018, doi: 10.1145/3197391.3205408.
- [24] H. Kim, B. Choi, y S. Yoon, «Performance testing based on test-driven development for mobile applications», *Proc. 3rd Int. Conf. Ubiquitous Inf. Manag. Commun.*

- ICUIMC'09*, pp. 612-617, 2009, doi: 10.1145/1516241.1516349.
- [25] X. Han, Z. Wu, Z. Wu, R. Yu, y L. S. Davis, «VITON : An Image-based Virtual Try-on Network Supplemental Material», *IEEE Int. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 7543-7552, 2018.
- [26] Ley-orgánica-de-defensa-del consumidor., «Registro Oficial Suplemento 116 de 10-jul.-2000.», *Estud. sobre Consum.*, n.º 31, pp. 20-28, 2015.
- [27] Asamblea Nacional del Ecuador, «Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación», *Supl. Regist. Of. No. 151*, n.º 151, p. 30, 2020.
- [28] E. Ecuatoriano, «Electrónico, firmas electrónicas y mensajes de datos», pp. 1-27.
- [29] E. S. Han y A. goleman, daniel; boyatzis, Richard; Mckee, «Ley de Propiedad Intelectual», *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, n.º 9, pp. 1689-1699, 2019.
- [30] F. H. Canales, E. L. Alvarado, y E. B. Pineda, «Metodología de la investigación. Manual para el desarrollo de personal de salud», *Metodol. la Investig.*, p. 232, 1994.
- [31] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, y M. Mattsson, «Systematic mapping studies in software engineering», *12th Int. Conf. Eval. Assess. Softw. Eng. EASE 2008*, n.º June, 2008, doi: 10.14236/ewic/ease2008.8.
- [32] P. Abrahamsson *et al.*, «Mobile-D: An agile approach for mobile application development», *Proc. Conf. Object-Oriented Program. Syst. Lang. Appl. OOPSLA*, pp. 174-175, 2004, doi: 10.1145/1028664.1028736.
- [33] J. Alejandro y V. Bermeo, «ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PATRONES PARA INTERFACES DE USUARIO MVVM Y MVC. APLICADO AL DESARROLLO DEL SITIO DE GESTIÓN DE VENTAS PARA VIDRIALUM», 2014.
- [34] A. Rutkowska, S. Rutkowski, y J. Szczepańska-Gieracha, «The use of total immersion in the rehabilitation process», *Rehabil. Med.*, vol. 24, n.º 2, pp. 27-30, 2020, doi: 10.5604/01.3001.0014.4120.
- [35] H. Wu y B. Xiao, «3D human pose estimation via explicit compositional depth maps», *AAAI 2020 - 34th AAAI Conf. Artif. Intell.*, n.º February, pp. 12378-12385, 2020, doi: 10.1609/aaai.v34i07.6923.
- [36] J. Almache Cabrera, «Lógica clásica y lógica difusa: Facetas que las caracterizan», *Estoa*, n.º 2, pp. 91-101, 2013, [En línea]. Disponible en: <http://www.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/306>.
- [37] A. F. Azmi y Yogyakarta, «Ahmad Firli Azmi 20200610034 Wishnutama Seorang dari Balik Layar Bertandang ke Kursi Kementerian», n.º June, 2021.
- [38] T. Muilu, N. Nguyen, y A. Dirin, «Rapid Mobile Augmented Reality Prototyping With Unity, Vuforia, and 3D Modeling», *ICERI2018 Proc.*, vol. 1, n.º November, pp. 10023-10032, 2018, doi: 10.21125/iceri.2018.0873.
- [39] S. Veigl, A. Kaltenbach, F. Ledermann, G. Reitmayr, y D. Schmalstieg, «Two-handed

- direct interaction with ARTootKit», *ART 2002 - 1st IEEE Int. Augment. Real. Toolkit Work. Proc.*, n.º June 2018, pp. 13-15, 2002, doi: 10.1109/ART.2002.1106984.
- [40] A. B. Dos Santos, J. B. Dourado, y A. Bezerra, «ARToolkit and Qualcomm Vuforia: An Analytical Collation», *Proc. - 18th Symp. Virtual Augment. Reality, SVR 2016*, pp. 229-233, 2016, doi: 10.1109/SVR.2016.46.
- [41] D. Wagner y D. Schmalstieg, «ARToolKit on the PocketPC platform», *ART 2003 - IEEE Int. Augment. Real. Toolkit Work.*, n.º December 2013, pp. 14-15, 2003, doi: 10.1109/ART.2003.1320418.
- [42] G. K. Upadhyay, D. Aggarwal, A. Bansal, y G. Bhola, «Augmented Reality and Machine Learning based Product Identification in Retail using Vuforia and MobileNets», *Proc. 5th Int. Conf. Inven. Comput. Technol. ICICT 2020*, pp. 479-485, 2020, doi: 10.1109/ICICT48043.2020.9112490.
- [43] D. Adrianto, M. Hidajat, y V. Yesmaya, «Augmented reality using Vuforia for marketing residence», *2016 1st Int. Conf. Game, Game Art, Gamification, ICGGAG 2016*, 2017, doi: 10.1109/ICGGAG.2016.8052642.
- [44] L. Demidova, «Augmented Reality and ARToolkit for Android: the First Steps», *SHS Web Conf.*, vol. 29, p. 02010, 2016, doi: 10.1051/shsconf/20162902010.
- [45] T. Frantz, B. Jansen, J. Duerinck, y J. Vandemeulebroucke, «Augmenting microsoft's HoloLens with vuforia tracking for neuronavigation», *Healthc. Technol. Lett.*, vol. 5, n.º 5, pp. 221-225, 2018, doi: 10.1049/htl.2018.5079.
- [46] J. Abdullah y K. Martinez, «Camera self-calibration for the ARToolKit», *ART 2002 - 1st IEEE Int. Augment. Real. Toolkit Work. Proc.*, n.º February, 2002, doi: 10.1109/ART.2002.1107017.
- [47] H. Hafsa y Y. Yusuf, «Dampak Kepariwisata dan Pergeseran Nilai Sosial Budaya di Batu Layar Kecamatan Batu Layar», *Civ. Pendidikan-Penelitian-Pengabdian Pendidik. Pancasila dan Kewarganegaraan*, vol. 7, n.º 1, p. 38, 2019, doi: 10.31764/civicus.v0i0.853.
- [48] M. Haller, «Student projects using ARToolKit», *ART 2002 - 1st IEEE Int. Augment. Real. Toolkit Work. Proc.*, n.º February 2002, 2002, doi: 10.1109/ART.2002.1107002.
- [49] J.-P. (Joey) van Arnhem, «Mobile Apps for Libraries Exploring Aurasma Studio 2.0», *Charlest. Advis.*, vol. 17, n.º 3, pp. 50-54, 2016, doi: 10.5260/chara.17.3.50.
- [50] G. Tian-Han, T. Qiao-Yu, y Z. Shuo, «The Virtual Museum Based on HoloLens and Vuforia», *Proc. - 2018 4th Annu. Int. Conf. Netw. Inf. Syst. Comput. ICNISC 2018*, pp. 382-386, 2018, doi: 10.1109/ICNISC.2018.00084.
- [51] S. Sendari, A. Firmansah, y Aripriharta, «Performance analysis of augmented reality based on vuforia using 3d marker detection», *4th Int. Conf. Vocat. Educ. Training, ICOVET 2020*, pp. 294-298, 2020, doi: 10.1109/ICOVET50258.2020.9230276.

- [52] A. J. R. Desierto, «GoonAR: A Bilingual Children Storybook through Augmented Reality Technology Using Unity with Vuforia Framework», *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 9, n.º 3, pp. 3681-3686, 2020, doi: 10.30534/ijatcse/2020/180932020.
- [53] F. A. Purnomo, P. I. Santosa, R. Hartanto, E. H. Pratisto, y A. Purbayu, «Implementation of Augmented Reality Technology in Sangiran Museum with Vuforia», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 333, n.º 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/333/1/012103.
- [54] D. Khan, S. Ullah, y I. Rabbi, «Factors affecting the design and tracking of ARToolkit markers», *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 41, pp. 56-66, 2015, doi: 10.1016/j.csi.2015.02.006.
- [55] C. Geiger, C. Reimann, J. Sticklein, y V. Paelke, «JARToolkit-A Java binding for ARToolkit», *ART 2002 - 1st IEEE Int. Augment. Real. Toolkit Work. Proc.*, n.º February, 2002, doi: 10.1109/ART.2002.1107025.
- [56] H. Pohl, T. S. Dalsgaard, V. Krasniqi, y K. Hornbæk, «Body LayARs: A Toolkit for Body-Based Augmented Reality», *Proc. ACM Symp. Virtual Real. Softw. Technol. VRST*, 2020, doi: 10.1145/3385956.3418946.
- [57] A. Fedosov y T. Eble, «Mobile augmented reality: Exploring content in natural and controlled settings using 3D tracking», *MobileHCI 2013 - Proc. 15th Int. Conf. Human-Computer Interact. with Mob. Devices Serv.*, pp. 460-463, 2013, doi: 10.1145/2493190.2494653.
- [58] R. A. Surbakti y D. Yuono, «Pasar Layar Berbasis E-Commerce», *J. Sains, Teknol. Urban, Perancangan, Arsit.*, vol. 3, n.º 1, p. 91, 2021, doi: 10.24912/stupa.v3i1.10805.
- [59] Y. Setiawan, R. Ferdiana, y R. Hartanto, «Pemodelan Pengenalan Penanda Augmented Reality Dengan Metaio Creator», *Jnteti*, vol. 03, n.º 3, pp. 201-206, 2014.
- [60] T.-S. Kang, D.-Y. Lee, y J. Kim, «Production of Digital Fashion Contents based on Augmented Reality Using CLO 3D and Vuforia», *J. Korea Comput. Graph. Soc.*, vol. 26, n.º 3, pp. 21-29, 2020, doi: 10.15701/kcgs.2020.26.3.21.
- [61] B. Nenovski y I. Nedelkovski, «Recognizing and Tracking Outdoor Objects by Using Artoolkit Markers», *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 11, n.º 6, pp. 21-28, 2019, doi: 10.5121/ijcsit.2019.11603.
- [62] G. Wu, M. Qiu, Y. Zhang, y Y. Zheng, «Research and development of augmented reality children's puzzle game based on vuforia», *14th Int. Conf. Comput. Sci. Educ. ICCSE 2019*, n.º Iccse, pp. 354-359, 2019, doi: 10.1109/ICCSE.2019.8845385.
- [63] F. Z. Eishita y K. G. Stanley, «Theempa», p. 219, 2010, doi: 10.1145/1920778.1920811.
- [64] P. Sinclair y K. Martinez, «Tangible hypermedia using the ARToolkit», *ART 2002 - 1st IEEE Int. Augment. Real. Toolkit Work. Proc.*, n.º February 2002, 2002, doi: 10.1109/ART.2002.1106990.
- [65] S. Ullah, I. Ur Rahman, y S. Ur Rahman, «Systematic augmentation of artoolkit markers

- for indoor navigation and guidance», *Proc. Pakistan Acad. Sci. Part A*, vol. 56, n.º 1, pp. 1-8, 2019.
- [66] H. Weil, «Total Immersion in Literature», *Chang. Mag. High. Learn.*, vol. 8, n.º 6, pp. 34-37, 1976, doi: 10.1080/00091383.1976.10568901.
- [67] R. Wimmer, S. Boring, y J. Müller, «Tracking the Wiimote in 3D using ARToolKit», *Inform. 2008 - Beherrschbare Syst. - Dank Inform. Beitrage der 38. Jahrestagung der Gesellschaft fur Inform. e.V.*, vol. 1, n.º January 2008, pp. 257-259, 2008.
- [68] A. Cullen, «Virtual total immersion», n.º January 2008, 2014.
- [69] H. M. Hussen, «Virtual Object Position Manipulation Using ARToolKit», *J. Univ. Hum. Dev.*, vol. 1, n.º 2, p. 306, 2015, doi: 10.21928/juhd.v1n2y2015.pp306-310.

6 Anexos

Anexo 1

Tabla 4 Evaluación de las herramientas de Realidad Aumentada

| Pregunta | Aspectos | Layar | Vuforia | ARTool Kit |
|----------|--|-------|---------|------------|
| 1 | ¿Existe una comunidad que proporcione información de utilidad en el desarrollo de una aplicación utilizando esta herramienta sujeta a estudio? | 3 | 5 | 4 |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 2 | ¿La herramienta de RA es de código abierto y es compatible con Android? | 1 | 5 | 5 |
| 3 | ¿La herramienta de RA extrae las características del cuerpo humano en la escena real? | 4 | 4 | 5 |
| 4 | ¿Se puede realizar acoplamiento de prendas de vestir en cuerpo humanos? | 2 | 4 | 3 |
| 5 | ¿La herramienta de RA permite realizar el procesamiento de la imagen para realizar la simulación final? | 4 | 4 | 4 |
| 6 | ¿La herramienta de RA es apta para simular prendas de vestir? | 2 | 4 | 3 |
| 7 | ¿La herramienta de RA realiza la simulación en tiempo real? | 4 | 5 | 4 |
| 8 | ¿La herramienta de RA realiza ajustes de las dimensiones del escenario real para acoplar al escenario virtual? | 4 | 5 | 3 |
| 9 | ¿Está satisfecho con la documentación que posee la herramienta de RA? | 3 | 5 | 4 |
| 10 | ¿Los procesos de imágenes que realiza la herramienta de RA son necesarios para la simulación de un probador virtual? | 2 | 4 | 3 |
| 11 | ¿Las características del cuerpo humano que es capaz de extraer la herramienta de RA son útiles para una simulación semejante a la real? | 2 | 4 | 3 |

Anexo 2

Tabla 5 Enlaces de las herramientas

| Herramienta | Enlaces |
|----------------------------|---|
| Unity | https://unity.com/pages/unity-pro-buy-now |
| Vuforia | https://developer.vuforia.com/ |
| Modelo 3D | https://assetstore.unity.com/ |
| Flutter | https://flutter.dev |
| Firebase | https://firebase.google.com |
| Widget Unity Flutter | https://pub.dev/packages/flutter_unity_widget |
| Repositorio del desarrollo | https://github.com/belkixrequejo/AppFlutterUnity.git |

Anexo 3

Tabla 6 Artículos mapeo sistemático

| ID | Título | Autor | Año | Referencia |
|----|---|---|------|------------|
| 1 | The use of total immersion in the rehabilitation process | Ana Rutkowska, Sebastian Rutkowskl | 2020 | [34] |
| 2 | 3D Human Pose Estimation via Explicit Compositional Depth Maps | HaipingWu, Bin Xiao | 2020 | [35] |
| 3 | Lógica clásica y lógica difusa: Facetas que las caracterizan | Almache Cabrera, Juan | 2013 | [36] |
| 4 | Ahmad Firli Azmi 20200610034 Wishnutama Seorang dari Balik Layar Bertandang ke Kursi Kementarian | Azmi, A F | 2021 | [37] |
| 5 | Rapid Mobile Augmented Reality Prototyping With Unity, Vuforia, and 3D Modeling | Muilu, Tuomo Nguyen, Nguyen Dirin, Amir | 2021 | [38] |

| | | | | |
|----|--|--|------|------|
| 6 | Two-handed direct interaction with ARTootKit | Veigl, S. Kaltenbach, A. Ledermann, F. Reitmayr, G. Schmalstieg, D. | 2018 | [39] |
| 7 | ARToolkit and Qualcomm Vuforia: An Analytical Collation | Dos Santos, Alan Brito Dourado, Juliel Bronzati Bezerra, Adriano | 2016 | [40] |
| 8 | ARToolKit on the PocketPC platform | Wagner, D. Schmalstieg, D. | 2013 | [41] |
| 9 | Augmented Reality and Machine Learning based Product Identification in Retail using Vuforia and MobileNets | Upadhyay, Gagan Kishor Aggarwal, Divij Bansal, Amogh Bhola, Geetanjali | 2020 | [42] |
| 10 | Augmented Reality Using Vuforia for Marketing Residence | Adrianto, Dennise Hidajat, Monica Yesmaya, Violitta | 2016 | [43] |
| 11 | Augmented Reality and ARToolkit for | Demidova, Liliya | 2016 | [44] |

| | | | | |
|----|---|--|------|------|
| | Android: the First Steps | | | |
| 12 | Augmenting Microsoft's HoloLens with Vuforia Tracking for Neuronavigation | Frantz, Taylor Jansen, Bart Duerinck, Johnny Vandemeulebroucke , Jef | 2018 | [45] |
| 13 | Camera Self-Calibration for the ARToolkit | Abdullah, J. Martinez, K. | 2020 | [46] |
| 14 | Dampak Kepariwisata dan Pergeseran Nilai Sosial Budaya di Batu Layar Kecamatan Batu Layar | Hafsah, Hafsah Yusuf, Yusuf | 2019 | [47] |
| 15 | Student projects using ARToolKit Michael Haller | Haller, M. | 2020 | [48] |
| 16 | Mobile Apps for Libraries Exploring Aurasma Studio 2.0 | van Arnhem, Jolanda-Pieta (Joey) | 2016 | [49] |

| | | | | |
|----|--|--|------|------|
| 17 | Augmenting Microsoft's HoloLens with Vuforia Tracking for Neuronavigation | Frantz, Taylor Jansen, Bart Duerinck, Johnny Vandemeulebroucke , Jef | 2018 | [45] |
| 18 | Augmented Reality and Machine Learning based Product Identification in Retail using Vuforia and MobileNets | Upadhyay, Gagan Kishor Aggarwal, Divij Bansal, Amogh Bhola, Geetanjali | 2020 | [42] |
| 19 | The Virtual Museum Based on HoloLens and Vuforia | Tian-Han, Gao Qiao-Yu, Tian Shuo, Zhou | 2018 | [50] |
| 20 | Performance Analysis of Augmented Reality Based on Vuforia Using 3D Marker Detection | Sendari, Siti Firmansah, Adim Aripriharta | 2020 | [51] |

| | | | | |
|----|--|--|------|------|
| 21 | GoonAR: A Bilingual Children Storybook through Augmented Reality Technology Using Unity with Vuforia Framework | Desierto, Art Jake R. | 2020 | [52] |
| 22 | Implementation of Augmented Reality Technology in Sangiran Museum with Vuforia | Purnomo, F. A. Santosa, P. I. Hartanto, R. Pratisto, E. H. Purbayu, A. | 2018 | [53] |
| 23 | Factors affecting the design and tracking of ARToolKit markers | Khan, Dawar Ullah, Sehat Rabbi, Ihsan | 2015 | [54] |
| 24 | JARToolKit - A Java binding for ARToolKit | Geiger, C. Reimann, C. Sticklein, J. Paelke, V. | 2020 | [55] |
| 25 | Body LayARs: A Toolkit for Body-Based Augmented Reality | Pohl, Henning Dalsgaard, Tor Salve Krasniqi, Vesa Hornbæk, Kasper | 2020 | [56] |

| | | | | |
|----|--|--|------|------|
| 26 | Mobile Augmented Reality: Exploring Content in Natural and Controlled Settings Using 3D Tracking | Fedosov, Anton Eble, Tobias | 2013 | [57] |
| 27 | PASAR LAYAR BERBASIS E-COMMERCE | Surbakti, Rewindy Astari Yuono, Doddy | 2021 | [58] |
| 28 | Pengenalan Penanda Augmented Reality Dengan Metaio Creator | Setiawan, Yudi Ferdiana, R Hartanto, R | 2014 | [59] |
| 29 | Production of Digital Fashion Contents based on Augmented Reality Using CLO 3D and Vuforia | Kang, Tae-Seok Lee, Dong-Yeon Kim, Jinmo | 2020 | [60] |
| 30 | RECOGNIZING AND TRACKING OUTDOOR OBJECTS BY USING ARTOOLKIT MARKER | Nenovski, Blagoj Nedelkovski, Igor | 2019 | [61] |

| | | | | |
|----|---|---|------|------|
| 31 | Research and Development of Augmented Reality Children's Puzzle Game Based on Vuforia | Wu, Guoli Qiu, Ming Zhang, Yankun Zheng, Yuhui | 2019 | [62] |
| 32 | THEEMPA: Simple AR Games Using Layar | Zhang, Yankun Zheng, Yuhui | 2019 | [63] |
| 33 | Tangible hypermedia using the ARToolKit | Sinclair, P. Martinez, K. | 2020 | [64] |
| 34 | ARToolkit and Qualcomm Vuforia: an analytical collation | Dos Santos, Alan Brito Dourado, Juliel Bronzati Bezerra, Adriano | 2016 | [40] |
| 35 | Systematic Augmentation of Artoolkit Markers for Indoor Navigation and Guidance | Ullah, Sehat Ur Rahman, Inam Ur Rahman, Sami | 2019 | [65] |
| 36 | The Virtual Museum Based on HoloLens and Vuforia | Tian-Han, Gao Qiao-Yu, Tian Shuo, Zhou | 2018 | [50] |

| | | | | |
|----|--|--|------|------|
| 37 | Total Immersion in Literature | Weil, Henry | 2015 | [66] |
| 38 | Tracking the Wiimote in 3D using ARToolkit | Wimmer, Raphael Boring, Sebastian Müller, Johannes | 2016 | [67] |
| 39 | Virtual total immersion | Cullen, Anne | 2014 | [68] |
| 40 | Virtual Object Position Manipulation Using ARToolKit | Hussen, Hoger Mahmud | 2015 | [69] |
| 41 | Theempa | Eishita, Farjana Z. Stanley, Kevin G. | 2010 | [63] |