



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE PRENDAS DE VESTIR
UTILIZANDO TÉCNICAS DE REALIDAD AUMENTADA.

PINOS CARDENAS XIOMARA PATRICIA
INGENIERA DE SISTEMAS

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE PRENDAS DE VESTIR UTILIZANDO TÉCNICAS DE REALIDAD AUMENTADA.

PINOS CARDENAS XIOMARA PATRICIA
INGENIERA DE SISTEMAS

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TRABAJO TITULACIÓN
PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE PRENDAS DE VESTIR
UTILIZANDO TÉCNICAS DE REALIDAD AUMENTADA.

PINOS CARDENAS XIOMARA PATRICIA
INGENIERA DE SISTEMAS

CARTUCHE CALVA JOFFRE JEORWIN

MACHALA, 24 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
2021

trabajo titulación

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

juliopezblog.files.wordpress.com

Fuente de Internet

2%

2

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

3

oa.upm.es

Fuente de Internet

<1%

4

www.academicimpressions.com

Fuente de Internet

<1%

5

www.fashionistacooperante.com

Fuente de Internet

<1%

6

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

7

dspace.unach.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

8

sedici.unlp.edu.ar

Fuente de Internet

<1%

9

www.bbc.com

Fuente de Internet

<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, PINOS CARDENAS XIOMARA PATRICIA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE PRENDAS DE VESTIR UTILIZANDO TÉCNICAS DE REALIDAD AUMENTADA., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

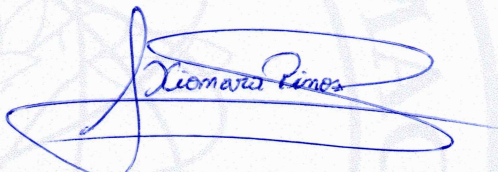
La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 24 de septiembre de 2021



PINOS CARDENAS XIOMARA PATRICIA
0706707270

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres por ser el pilar fundamental para terminar mis estudios, y ayudarme en los momentos difíciles, forjándome con valores para ser una persona de bien.

A mis hermanos y demás familiares que siempre me han apoyado durante esta importante etapa de mi vida, brindándome su ayuda y comprensión en momentos difíciles.

A todos mis amigos que han contribuido de manera positiva mediante consejos, y apoyo moral para mi desarrollo profesional durante el proceso de formación.

Xiomara Patricia Pinos Cárdenas

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo incondicional para seguir adelante, los cuales se han esforzado por verme crecer profesionalmente, motivándome para seguir adelante.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas, por guiarme con sus enseñanzas que serán de gran utilidad durante la vida profesional.

También agradezco a mi tutor de titulación Ing. Joffre Cartuche, por guiarme durante el desarrollo de este proyecto.

A la Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ingeniería Civil, Carrera de Ingeniería de Sistemas por su acogida durante estos años donde tuve un crecimiento personal y desarrollo profesional.

Xiomara Patricia Pinos Cárdenas

RESUMEN

El comercio electrónico a tenido un crecimiento importante a raíz de la pandemia del COVID 19, esto se debe a que los usuarios prefieren realizar compras en línea ya sea por comodidad o seguridad, lo cual involucra a las empresas a mejorar sus tecnologías para ofertar productos, la utilización de la realidad aumentada promete cambios importantes en este ámbito, siendo una tecnología innovadora, que está presente en distintas partes de la vida cotidiana, ocio, deporte, medicina, marketing, educación, la industria etc. La ventaja principal es que superpone información generada por una computadora al mundo real y en tiempo real, mediante cámaras que utilizan los dispositivos, siendo más comunes los teléfonos móviles.

El proyecto de titulación se basa en el desarrollo de una aplicación móvil de prendas de vestir que utiliza realidad aumentada, mediante la cual el usuario puede probarse las prendas sin necesidad de estar presente físicamente. Para el desarrollo de este trabajo se utiliza la metodología SCRUM, la cual se adapta a los procesos requeridos para la construcción del software. Se inicia con la recolección de información innovadora de artículos científicos, permitiendo conocer la realidad, ventajas y dificultades existentes en esta tecnología, para la implementación se utiliza las siguientes herramientas: Para motores de renderizado y detección de marcadores se utiliza Unity y Vuforia engine, para el almacenamiento de datos y programación se utiliza: MySQL, NodeJs, Java, Android, Blender y el editor de código Visual Studio Code.

La aplicación móvil se evalúa mediante las métricas de la norma ISO/IEC/25010, donde se considera, el comportamiento de tiempo: Rendimiento, tiempo de espera y respuesta y utilización de recursos.

Para la obtención del tiempo de respuesta se utiliza un cronometro para capturar el tiempo desde que se envía una petición hasta obtener un resultado. Se considera el tiempo que transcurre al momento de activar la cámara y visualizar los objetos 3D. Se utiliza la siguiente formula $X = B - A$, donde B es el tiempo que demora en recibir una respuesta y A, el tiempo de envió de petición.

El tiempo de espera es el que tarda desde que se envía una instrucción y realice una tarea completa. Representa el tiempo que se utiliza desde que se presiona un botón hasta que se visualiza un objeto, se usa la siguiente formula: $X=B-A$, donde B es el tiempo que demora en completar una tarea, y A el tiempo al iniciar una tarea.

El rendimiento consiste en cuantificar la cantidad de tareas que son procesadas en una unidad de tiempo. Se utiliza un intervalo para contar el número de tareas que se realizan en un periodo. En este caso se ha ocupado 15 segundos, en el cual se presiona un botón, se visualiza y se retorna al inicio, se repite varias veces durante el periodo fijado. La fórmula es la siguiente: $X= A/T$, donde A es el número de tareas completadas y T el intervalo de tiempo. En cuanto a la utilización de recursos se ejecuta la aplicación CPU Indicator, la cual permite verificar la cantidad de memoria que ocupa la aplicación al iniciarse.

Los resultados obtenidos demuestran la factibilidad de la aplicación, debido a que los valores devueltos son aceptables y satisfactorios en cuanto al tiempo y consumo de memoria del dispositivo móvil.

Palabras claves: Realidad aumentada, Unity, vuforia, aplicación móvil.

ABSTRACT

Electronic commerce has had significant growth as a result of the COVID 19 pandemic, this is because users prefer to make purchases online either for convenience or security, which involves companies to improve their technologies to offer products, The use of augmented reality promises important changes in this area, being an innovative technology that is present in different parts of daily life, leisure, sports, medicine, marketing, education, industry, etc. The main advantage is that it superimposes information generated by a computer to the real world and in real time, through cameras used by the devices, mobile phones being more common.

The degree project is based on the development of a mobile application on the sale of clothing that uses augmented reality, through which the user can try on the garments without having to be physically present. For the development of this work, the SCRUM methodology is used, which is adapted to the processes required for the construction of the software. It begins with the collection of innovative information from scientific articles, allowing to know the reality, advantages and difficulties existing in this technology, for the implementation the following tools are used: For rendering engines and marker detection, Unity and Vuforia engine are used, to data storage and programming is used: MySQL, NodeJs, Java, Android, Blender and the Visual Studio Code editor.

The mobile application is evaluated using the metrics of the ISO / IEC / 25010 standard, where the time behavior is considered: Performance, waiting and response time and Resource utilization.

To obtain the response time, a timer is used to capture the time from when a request is sent until a result is obtained. The time that elapses when activating the camera and visualizing the 3D objects is considered. The following formula is used $X = B - A$, where B is the time it takes to receive a response and A, the time to send the request.

The time-out is the time it takes from sending an instruction to completing a complete task. Represents the time that is used from when a button is pressed

until an object is displayed, the following formula is used: $X = B - A$, where B is the time it takes to complete a task, and A is the time it takes to start a task.

Performance consists of quantifying the amount of tasks that are processed in a unit of time. An interval is used to count the number of tasks that are performed in a period. In this case, 15 seconds have been occupied, in which a button is pressed, displayed and returns to the beginning, it is repeated several times during the set period. The formula is as follows: $X = A / T$, where A is the number of completed tasks and T is the time interval. Regarding the use of resources, the CPU Indicator application is executed, which allows verifying the amount of memory that the application occupies when it starts.

The results obtained demonstrate the feasibility of the application, because the returned values are acceptable and satisfactory in terms of time and memory consumption of the mobile device.

Keywords: Augmented reality, Unity, vuforia, mobile application.

CONTENIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT.....	5
INTRODUCCIÓN	10
1. CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS	11
1.1. Ámbito de Aplicación: descripción del contexto y hechos de interés	11
1.2. Establecimiento de requerimientos	12
1.3. Justificación de requerimientos a satisfacer	13
2. CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO	14
2.1. Definición del prototipo tecnológico	14
2.2. Fundamentación teórica del prototipo	15
2.2.1. Realidad Aumentada	15
2.2.2. Historia	16
2.2.3. Aplicaciones	17
2.2.4. Video Juegos.....	18
2.2.5. Empresas, negocios y publicidad.....	18
2.2.6. Educación.....	19
2.2.7. Medicina	20
2.2.8. Comercio electrónico	20
2.2.9. Herramientas utilizadas	21
2.3. Metodología.....	23
2.3.1. Ventajas de utilizar SCRUM	23
2.3.2. Fases de la metodología SCRUM.....	24

2.4. Objetivos del prototipo	25
2.4.1. Objetivo General.....	25
2.4.2. Objetivo Específicos	25
2.5. Diseño del prototipo.....	25
2.5.1. Metodología.....	25
2.6. Ejecución y/o ensamblaje del prototipo.....	31
3. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO	36
3.1. Plan de evaluación	36
3.1.1. Métricas de evaluación	36
3.2. Resultado de la evaluación	38
3.2.1. Resultados de las métricas	38
3.3 Conclusiones	39
3.4 Recomendaciones	40
4. Bibliografía.....	40
5. Anexos.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Secuencias de la realidad aumentada	14
Ilustración 2: Simulación de RA	14
Ilustración 3: Mapa mental de la fundamentación teórica	15
Ilustración 4: Diseño de la base de datos	28
Ilustración 5: Organización de directorios y archivos	29
Ilustración 6: Métodos CRUD de la clase prendas	29
Ilustración 7: Métodos de la clase usuario	30
Ilustración 8: Entorno de diseño de Unity	31
Ilustración 9: Método que ejecuta la aplicación en el puerto 3000	31
Ilustración 10: Vista del menú principal	32
Ilustración 11: Vista creación de usuario	32
Ilustración 12: Vista iniciar sesión	33
Ilustración 13: Vista de prendas de vestir	33
Ilustración 14: Simulación de probador mujeres	34
Ilustración 15: Simulación de probador hombres	34
Ilustración 16: Buscador de prendas de vestir	35
Ilustración 17: Compartir prendas	35
Ilustración 18: Valores de las métricas	39
Ilustración 19: Diseño del menú para seleccionar género.	46
Ilustración 20: Ejecución de la interfaz del probador.	46
Ilustración 21: Diseño de la interfaz para seleccionar prendas de vestir.	47
Ilustración 22: Diseño de la interfaz para compartir prendas.	47
Ilustración 23: Target para realizar la simulación 3D	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de tareas principales	26
Tabla 2: Requisitos de hardware	26
Tabla 3: Requisitos de Software	27
Tabla 4: Resultados de las métricas	38

INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones de realidad aumentada están emergiendo al mercado, siendo una tecnología innovadora e imprescindible debido a que se encuentra en todos los ámbitos de nuestra vida como: Deportes, entretenimiento, medicina, marketing, la ingeniería, educación e industria, etc.

Se entiende a la realidad aumentada como un sistema avanzado que superpone información generada por una computadora en el mundo real y en tiempo presente. Esto se logra con la utilización de dispositivos de alta gama que están equipados con una cámara y un programa de realidad aumentada, siendo más comunes los teléfonos móviles.

Esta investigación hace referencia principalmente a la aplicación de la realidad aumentada en el comercio electrónico, donde los usuarios podrán disponer de una mayor cantidad de información sobre el producto que están consultando, esto ayuda a tomar una decisión más acertada, reduciendo por tanto la tasa de devolución.

Para llevar a cabo este proyecto se utilizaron diferentes procesos, los cuales están estructurados de la siguiente manera:

Capítulo I, describe el dominio de la aplicación a través de un enfoque generalizado del tema, el estudio de las necesidades y requisitos del proyecto. Se presenta el problema a resolver, así como la justificación y su importancia. Al igual que la metodología aplicada para el desarrollo del proyecto.

Capítulo II, se describen los procesos pertinentes al desarrollo del prototipo, el estudio de las tecnologías utilizadas, realización del estado del arte sobre conceptos relevantes de la realidad aumentada, los objetivos a cumplir, finalmente el ensamblaje y la ejecución del prototipo.

Capítulo III, se presenta el plan de evaluación, donde se utiliza las métricas de la norma ISO/IEC/25010 la cual permite verificar la factibilidad y correcto funcionamiento de la aplicación.

1. CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS

1.1. Ámbito de Aplicación: descripción del contexto y hechos de interés

La realidad aumentada es una de las tecnologías que ha generado un gran impacto en los últimos años, a causa de las diversas utilidades que genera al combinar el mundo real con lo virtual.

Un notable crecimiento se ha dado en el campo de los videojuegos, logística, transporte, industria, moda etc. Por este motivo muchas empresas apuestan a la utilización de la realidad aumentada. En los comercios online, específicamente en la venta de prendas de vestir, los usuarios pueden interactuar directamente con las prendas (camisetas, gafas de sol, vestidos etc.), lo cual otorga un valor agregado al cliente.

Este proyecto se enfoca en la creación de una aplicación móvil que utiliza realidad aumentada, la cual permite al usuario probarse diferentes prendas de vestir en tiempo real. En el Ecuador el comercio en línea se ha incrementado, esto ha venido motivado por la pandemia del covid-19. La Cámara Ecuatoriana de Comercio Electrónico informó, que en 2020 el país marcó un crecimiento inédito en el número de visitas a los sitios de venta en línea, así como las ventas hechas a través de estos canales. En el transcurso del 2019 se registró alrededor de 1.600 millones USD de ventas en línea, en el marco del confinamiento a causa de la pandemia del covid-19 se movieron alrededor de 500 millones entre los meses de marzo y mayo [1].

A pesar de estos avances aún falta mucho para que las tiendas apliquen este tipo de tecnologías en sus plataformas de ventas en línea. Sin embargo, su utilidad promete tener un gran potencial en el ámbito del marketing y publicidad para mejorar la experiencia del usuario.

1.2. Establecimiento de requerimientos

Para la ejecución de este proyecto se utilizan diferentes procedimientos y herramientas tecnológicas, con lo cual es necesario seguir los pasos de una metodología que se adapte a estos procesos, siendo SCRUM la más apta para llevar a cabo esta investigación.

En la primera fase de la metodología (sprint planning meeting), se recolecta información relevante de artículos científicos sobre las tecnologías a utilizar, con lo cual se obtiene un enfoque sobre la importancia y complejidad del proyecto, también se establecen los objetivos principales a cumplirse los cuales están detallados en el punto 1.3. del capítulo II de este documento, en cuanto a las tareas que conllevan este proyecto son las siguientes:

- Recopilación de información sobre herramientas y tecnologías de realidad aumentada.
- Selección de la metodología y tecnologías.
- Planificación de tareas.
- Diseño de interfaces y codificación de módulos.
- Compartir prendas de vestir con otros usuarios.
- Evaluación de la aplicación mediante las métricas de la norma ISO/IEC/25010.

1.3. Justificación de requerimientos a satisfacer

Debido a las restricciones impuestas por los gobiernos a causa de la pandemia del covid-19, la población se vio obligada a realizar compras en línea, con lo cual la utilización de canales digitales se incrementó de forma considerable en América Latina. La cámara de comercio electrónico de Ecuador, anunció un incremento en el número de visitas a sitios y tiendas virtuales durante el año 2020, así como las ventas hechas a través de estos canales. En el transcurso del 2019 se registró alrededor de 1.600 millones USD de ventas en línea, en el marco del confinamiento a causa de la pandemia del covid-19 se movieron alrededor de 500 millones entre los meses de marzo y mayo [1].

Por lo cual las empresas están obligadas a mejorar los canales de ventas, mediante tecnologías que otorguen una buena experiencia al usuario. El uso de la realidad aumentada tiene un gran impacto en el ámbito del comercio en línea, siendo los probadores virtuales los más clásicos y novedosos, el cual consiste en un simulador digital que funciona con una cámara de un dispositivo mediante el cual los artículos seleccionados se adaptan a la figura o rostro de los usuarios.

Sin embargo, la utilización de esta herramienta posee un punto de inflexión ya que presenta errores en las tallas esto hace que la virtualización no parezca natural. Por estos motivos es importante aplicar estrategias de marketing para atraer clientes potentes, una de estas es la utilización de la realidad aumentada en las tiendas de ropa donde el usuario podrá probarse las prendas sin necesidad de estar físicamente presente, con lo cual va a tener una buena experiencia.

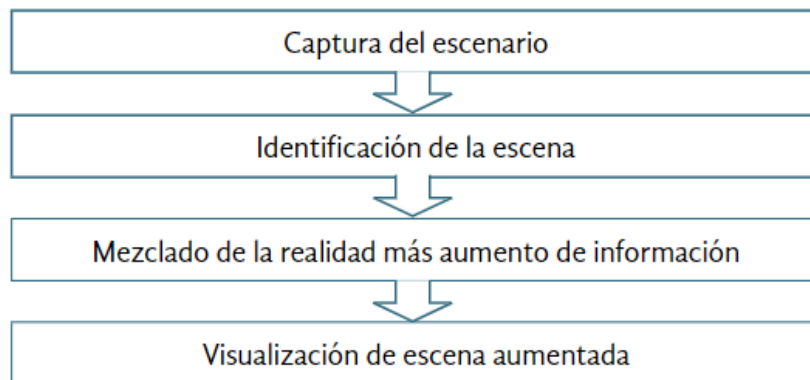
A pesar del crecimiento de esta tecnología, aún falta mucho para ser aplicada a la mayoría de tiendas online, sin embargo, su utilidad tiene un gran potencial para mejorar la experiencia del usuario.

2. CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

2.1. Definición del prototipo tecnológico

La realidad aumentada (RA) se muestra como una tecnología multidisciplinar que con el tiempo ha logrado incursionar en diferentes ámbitos de aplicación, de tal manera que se encuentra omnipresente en muchos aspectos de la vida cotidiana [2]. Por lo cual tiene un alto grado de aceptación entre los usuarios, además de ser compatible con diferentes dispositivos. Según Rojas y Díaz, detallan que el sistema de realidad aumentada es secuencial y abarca cuatro tareas [3].

Ilustración 1: Secuencias de la realidad aumentada



Fuente: Secuencias de la RA [2]

La función principal de esta aplicación es servir de probador virtual, donde el usuario sin la necesidad de estar presente físicamente puede probarse diferentes prendas de vestir mediante la utilización de un teléfono inteligente o Tablet tal como se aprecia en el **Gráfico 2**.

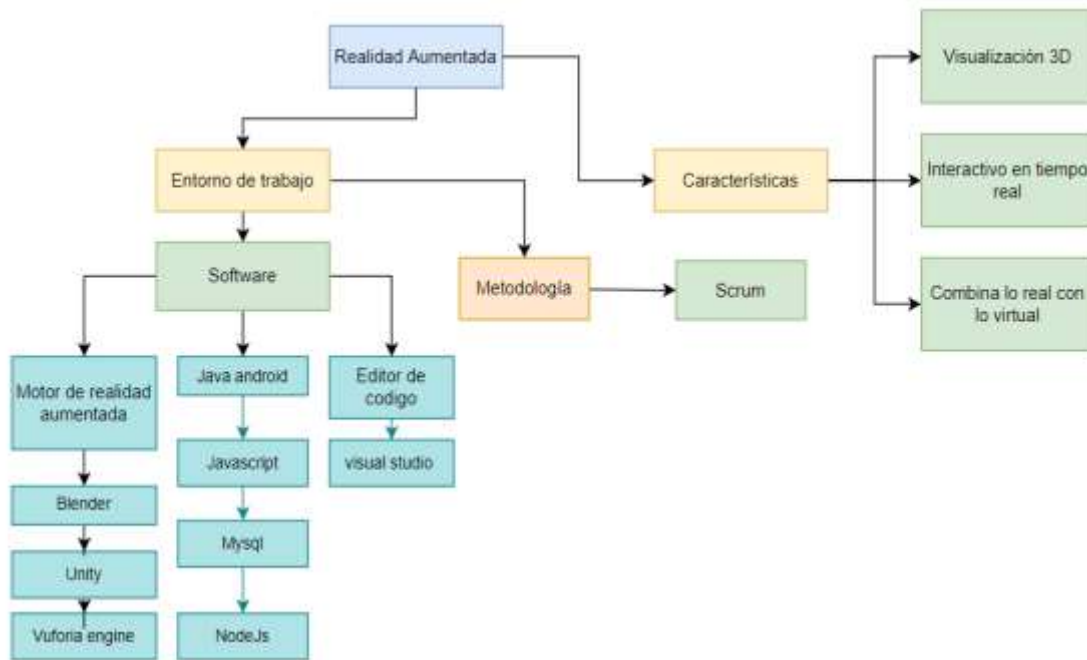
Ilustración 2: Simulación de RA



Fuente: Elaboración propia

2.2. Fundamentación teórica del prototipo

Ilustración 3: Mapa mental de la fundamentación teórica



Fuente: Elaboración propia

2.2.1. Realidad Aumentada

La realidad aumentada es la combinación de contenido digital y físico mediante dispositivos tecnológicos, que generan contenido que se muestra al usuario en forma de ambiente real[4]. Sus características principales hacen referencia a la combinación del mundo real con el virtual, interactividad instantánea y visualización en 3D, esto hace referencia principalmente a los videojuegos, interfaces de hardware los cuales imitan la vida cotidiana. [5].

La realidad aumentada (AR) mejora la percepción de nuestro entorno superponiendo medios y gráficos sobre lo que vemos en el mundo real, con lo cual los participantes pueden interactuar de manera más efectiva y eficiente a través de instrucciones visuales [6].

Según Nor Farzana Syaza, describe tres características principales para definir la tecnología de RA: Visualización en 3D, interactivo, manifestado en entiendo real [7].

Combina lo real y lo virtual: usando sensores (por ejemplo, cámara, giroscopio, GPS) se pueden detectar los objetos reales observados y orientado según la posición del usuario en tiempo real. Basado en la posición del objeto real y la perspectiva vista del usuario, los objetos virtuales se pueden renderizar y superponer en tamaño geométrico correcto y la orientación en el espacio 3D [8].

Interactivo en tiempo real: mediante interfaces de usuario (p. Ej. pantalla táctil, gestos con las manos, micrófono, auriculares) puede el usuario interactúa (entrada / salida de datos) con lo real y los objetos virtuales en tiempo real (por ejemplo, superponer u ocultar digital datos) [8].

Visualización en 3D: visualización en 3D de los objetos virtuales en el espacio 3D se puede hacer usando un software gráfico especial y hardware (por ejemplo, HMD, pantalla de tabletas y teléfonos inteligentes). La visualización 3D debe estar vinculada al usuario y siga su movimiento, de modo que el objeto virtual 3D pueda ser renderizado en tiempo real de acuerdo con el relativo posición del usuario al objeto real [9].

2.2.2. Historia

La primera vez que se le dio el concepto de realidad aumentada fue por 1901. Específicamente Frank L. Baun, autor del libro “El maravilloso mago de Oz”, quien fue productor de cine, actor, guionista y editor; incluyo su idea en un prototipo de gafas denominado “Character Maker”, que superponía datos de quienes se veían a través de este [10].

Los indicios importantes de realidad aumentada aparecen en el año 1950, con la idea de un prototipo con el concepto de “Cine de Experiencia” del polifacético filosofo Morton Hiling, quien buscaba sumergir al espectador en todos los sentidos de forma efectiva, integrándolo con la actividad en la pantalla.

Fue hasta 1962, que Morton construye un prototipo de su idea en la época de los 50, inventando así “Sensorama”, un nombre que pretendía dar alusión a la experiencia del producto, que, por medio de imágenes, recreaban la sensación de estar montando en bicicleta por las calles de Blooklyn. Esta creación no simplemente permitía sumergirse en las imágenes, sino que se podía vivir la

experiencia de sentir el viento sobre el rostro y percibir el aroma del entorno, algo que la realidad virtual moderna no ha conseguido recrear [10].

El primer trabajo de investigación que implementó Realidad Aumentada aparece en la época de 1968, por el profesor Ivan Sutherland en el MIT y en Harvard, con la creación de la “The sword of damocles”, que consistía en un artefacto que se colocaba en la cabeza, con el cual se podía ver gráficos generados por una computadora, un sistema que en un entorno real permitía ver objetos virtuales superpuestos en tercera dimensión. Esta tecnología se basaba en un casco que se alejaba mucho del concepto de usabilidad de las gafas de realidad aumentada que ha presentado recientemente Google [10].

Fue en el año de 1992 cuando Tom Caudell y Mizell utilizaron el término “Realidad Aumentada” para definir una tecnología que permitía aumentar el campo de visión del usuario con información. A su vez presentaban un casco de realidad aumentada orientado a la manufactura aeronáutica [10].

A principios de los 90, Pierre Wellner presenta “The Digital Desk”, que supuso un cambio en el paradigma de la R.A. ya que aumentaba la realidad en un sistema de sobremesa mediante un proyector y una cámara de video. Utilizaba las propias manos para interactuar con los objetos proyectados, como si se tratara de una superficie táctil [10].

Los primeros trabajos de investigación de Realidad aumentada móvil se realizaron en la Universidad de Columbia, por lo que también se puede considerar uno de los primeros ejemplos de R.A. en la educación.

Sin embargo, la aplicación real de los productos desarrollados por los trabajos de investigación hasta fechas recientes, no era muy viable, principalmente en educación; los dispositivos que se utilizaban eran aparatos enormes, costosos y con recursos limitados [10].

2.2.3. Aplicaciones

Los científicos afirman que entramos en una nueva era, la “era aumentada”, en la cual, las capacidades del ser humano, se dan amplificadas por sistemas computarizados que nos ayudarán a pensar; sistemas robóticos, que nos

ayudarán a construir; sistemas nerviosos centrales, que conectarán todo con todo en el mundo, más allá de los sentidos naturales[11].

No se está interesados en sustituir la realidad que se ve, si no, que el usuario la vea directamente, eso sí, complementar la visión de esta realidad con información generada por ordenador, aumentarla con nueva información sintética, que pueda ser útil en el trabajo, en las acciones cotidianas, en procesos de aprendizaje, en la interacción con los demás [12].

Existe una enorme industria detrás de esta tecnología, y su capacidad para generar valor comercial en todos los sectores. A nivel de consumo se encuentra una variedad de nichos donde se aplica esta tecnología: en los campos de entretenimiento, ocio, juegos para móviles, Facebook, educación, idiomas, salud, moda, filtros en redes sociales y app de turismo [13].

Algunos ejemplos de aplicaciones de la realidad aumentada más relevantes pueden ser:

2.2.4. Video Juegos

En el mundo de los videojuegos, la realidad aumentada ha estado creciendo de manera significativa, y es uno de los campos con mayor enfoque dentro de esta tecnología[14].

Esta tecnología promete traer la clásica experiencia de los videojuegos a los escenarios de la vida real, lo cual abre un inmenso horizonte de posibilidades.

Según [12] un ejemplo claro es Pokémon GO, un juego muy popular en el verano del 2018, que llegó a alcanzar aproximadamente 113 millones de usuarios activos, marcándose como un paradigma dentro de esta tecnología.

En el ámbito multijugador, para [12], es una tecnología única la cual no se ha consolidado aun, y que sigue siendo un ámbito desconocido y de investigación aun por empresas grandes como Google o Apple [12].

2.2.5. Empresas, negocios y publicidad

La realidad aumentada trae información digital del mundo virtual al espacio físico, y en el campo de las empresas lo puede hacer de dos formas: en primer lugar, convirtiéndose parte del propio producto y en segundo lugar formando parte de lo que se denomina la industria 4.0, es decir, mejorando el rendimiento a través

de toda la cadena de valor, implicándose en el desarrollo de productos, fabricación, marketing, publicidad, comunicación, servicios de post venta, atención remota [15].

A nivel de producto, permitiría eliminar el sistema de controles, botones, interruptores debido a que la información de un productos o servicio se lo hace mediante la visualización, reconocimiento de voz, señales o gestos, notificar o alertar a los operarios de estos errores con la máxima trazabilidad de datos [15]. Esta tecnología abrió un mundo virtual completo y accesible para todos los usuarios, y en el sector publicitario, como era de esperarse, no podía ser desaprovechado [16].

Un claro ejemplo de aplicación en publicidad esta la realidad por Calvin Klein, que, a través de su campaña Get it Uncensored, utiliza la tecnología para que por medio de smartphones y con un código QR situado en vallas gigantes en Nueva York, los usuarios tengan acceso al video de la campaña protagonizado por Lara Stone, A.J., Sid Ellisdon, Grayson Vaughan y Eric Anderson. Este video se puede compartir en redes sociales a través del mismo código QR [17].

2.2.6. Educación

Las tecnologías han cambiado nuestros hábitos, y en el terreno educativo de igual forma, y entre el amplio abanico de tecnologías que se puede usar dentro del aula [18].

Una de las principales tendencias del uso de la realidad aumentada en la educación es la gamificación, que hace referencia a la aplicación de la mecánica de los juegos en varios ámbitos, en este caso, en el sector educativo [18].

Esta gamificación consigue llamar la atención de alumnado, implicándole y ofreciéndole una forma diferente de aprendizaje. Les consigue motivar desarrollando su compromiso [18].

Los beneficios que brinda la realidad aumentada son muy variados, el uso de esta tecnología depende principalmente del contenido que se desea desarrollar y de la creatividad que se le aplica al elemento virtual

La realidad aumentada es la mejor forma de conectar el mundo real y los contenidos digitales, esta característica permite reforzar el aprendizaje de los contenidos educativos [19].

2.2.7. Medicina

En este campo, la realidad aumentada permite que los profesionales de la salud puedan recurrir a esta tecnología para recibir imágenes guiadas y llevar a cabo cirugías asistidas [20].

Un ejemplo de la aplicación de la realidad aumentada en la medicina es el proyecto llamado RealQuirur, que permitiría trasladar las imágenes médicas a una realidad quirúrgica por medio de un holograma, donde el médico puede ver claramente la estructura interna de este órgano, y manipularlo de igual forma a conveniencia en tiempo real. El futuro de las operaciones con esta tecnología es bastante prometedor [21].

Un punto muy importante es la gente con necesidades especiales, diversidad funcional, en este caso la realidad aumentada puede ayudar no solo en su día a día, sino también a romper barreras [21].

2.2.8. Comercio electrónico

El comercio electrónico está a la naturaleza electrónica del canal a través del cual la información de la transacción de compra se transmite [22]. El aumento de la disponibilidad de Internet a través de las computadoras y los dispositivos móviles han impulsado el crecimiento del mercado de comercio electrónico en todo el mundo [23]. En este escenario, el consumidor tiene acceso a una amplia variedad de productos de varios vendedores todo el tiempo. Estas características en la oferta hacen que el mercado sea muy competitivo al igualar los precios, en algunos casos traspasando las barreras geográficas, proporcionando ventajas para el consumidor [22].

2.2.9. Herramientas utilizadas

2.2.9.1. Unity

Unity es una plataforma para desarrollo de videojuegos creada por la empresa Unity Technologies, involucra motores de renderizado de imágenes 2D, 3D, animaciones, audios. Engloba herramientas de inteligencia artificial, realidad virtual, herramientas de networking para multijugadores [24].

2.2.9.2. Vuforia engine

Este SDK, permite crear aplicaciones basadas en realidad aumentada (RA), utiliza mecanismo de detección de marcadores para ser manipulados dentro de la realidad aumentada [25]. Mediante la cámara del dispositivo muestra vistas del mundo real combinados con lo virtual, como imágenes, textos etc.

2.2.9.3. NodeJs

Es un entorno de tiempo de ejecución de JavaScript, tiene una amplia variedad de librerías disponibles para programar. Está orientado a eventos asíncronos, fue diseñado para crear aplicaciones network escalables [26].

2.2.9.4. Mysql

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto (RDBMS) que utiliza el modelo cliente-servidor, es un software o servicio utilizado para crear y administrar bases de datos basadas en un modelo relacional [27].

2.2.9.5. Javascript

Javascript es un lenguaje de programación utilizado principalmente para crear páginas web dinámicas, indispensable en la construcción interfaces complejas y modernas. Al ser un lenguaje interpretado, se puede ejecutar en el navegador del usuario sin la necesidad de procesos intermediarios [28].

2.2.9.6. Java

Java es un lenguaje de programación y una plataforma informática de alto nivel orientado a objetos muy utilizado para el desarrollo de aplicaciones, que proporciona una biblioteca estándar y herramientas para que los programas sean distribuidos, permitiendo que los desarrolladores escriban el programa una sola vez y lo puedan ejecutar en cualquier dispositivo [29].

2.2.9.7. Android

Android es un sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma basado en Linux diseñado principalmente para dispositivos móviles como smartphones y tabletas. Permite crear aplicaciones en una variación de Java conocida como Dalvik, de forma que exploten las utilidades de los dispositivos de manera sencilla. [30]

2.2.9.8. Blender

Blender es una suite multiplataforma, gratuita y de código abierto, enfocado en el modelado, montaje, simulación, renderizado, creación y animación de gráficos en tercera dimensión.

2.2.9.9. Visual Studio

Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado compatible con múltiples lenguajes de programación, utilizado para crear, editar, depurar y compilar código, que ofrece a los desarrolladores una gran variedad de herramientas y características para desarrollar programas informáticos, sitios web, aplicaciones web y servicios web [31].

2.2.9.10. Heroku

Es una plataforma que se utiliza para la creación, supervisión y alojamiento en la nube de aplicaciones. Soporta cualquier lenguaje de programación, también soporta el despliegue de versiones, realizar rollback y la gestión de dependencias [32].

2.3. Metodología

El concepto de scrum es un método de iteración continua que se puede realizar para mejorar el ciclo de vida del producto. Scrum siempre evalúa y mejora los resultados del producto de desarrollo adaptando el proceso para que sea más efectivo [33]. El éxito final de un proyecto realizado con scrum depende en gran medida del equipo de desarrollo, que toma decisiones de desarrollo basadas en un consenso [34].

La metodología SCRUM se usa principalmente para el desarrollo de proyectos de software. En el proceso de scrum, el proyecto de software se desarrolla a través de pequeños ciclos, lo que permite la adaptación de los requisitos cambiantes en cualquier momento durante la vida de un proyecto [35].

La metodología scrum facilita las actividades coordinadas de los desarrolladores, debido a que divide el trabajo en tareas pequeñas(Sprint) que puedan ser completadas dentro de un tiempo determinado, rastreando el progreso y reprogramando en reuniones regulares en para desarrollar productos de forma incremental [36].

2.3.1. Ventajas de utilizar SCRUM

1. Facilita el control y el seguimiento adecuado del proyecto.
2. Facilita la planificación.
3. Mejoran el uso de recursos.
4. Permiten evaluar de forma más fácil los resultados obtenidos y valoran los objetivos conseguidos.
5. Mejoran la comunicación entre el cliente y las personas que van a llevar a cabo el proyecto.
6. Garantizan que el producto final tendrá la calidad esperada.
7. Se tendrán presentes unos plazos para el desarrollo del producto.
8. Permitirá definir el ciclo de vida adecuado del proyecto [37].

2.3.2. Fases de la metodología SCRUM

Sprint: Es un elemento central de la metodología, se ejecuta en un periodo de tiempo menor a cuatro semanas, se realizan actividades para obtener una versión del producto funcional según lo que especifica el sprint. Un Sprint inicia inmediatamente termina el anterior y, así sucesivamente hasta que cumplen con los requisitos funcionales, contemplados en el Product Backlog [38].

Sprint Planning Meeting: Se trata de las reuniones en donde planifican las actividades del próximo sprint. Las cuales son planificadas de acuerdo a los requerimientos del sistema o Product Backlog, el tiempo de estimación de esta reunión tiene un periodo máximo de 8 horas, donde se planifican las tareas para un máximo de cuatro semanas. Es importante que el Scrum Master tenga claro el propósito y objetivo de esta reunión para comunicar al resto del equipo, sin exceder los tiempos estimados.

Daily Scrum: Esta es la fase más importante de la metodología Scrum, trata de una reunión con máxima duración de 15 minutos, durante este tiempo se planifica las actividades para las siguientes 24 horas. El objetivo es analizar las actividades anteriores para programar el siguiente ciclo de tareas.

Sprint Review: Es una reunión donde el tiempo estimado no debe ser mayor a cuatro horas, donde se revisan tareas anteriores y el impacto que generan en el Product Backlog. El objetivo principal es revisar los elementos para poder mejorarlos de esta manera se optimizan los procesos de desarrollo, fortaleciendo la mejora continua del proyecto.

Sprint Retrospective: Se realiza esta reunión luego del Sprint Review, y antes de comenzar un nuevo sprint, la duración máxima es de tres horas en este periodo se analiza la relación y el comportamiento de los miembros del equipo, las herramientas y procesos, así también se identifican elementos relevantes y exitosos del Sprint para potencial el siguiente [39].

2.4. Objetivos del prototipo

2.4.1. Objetivo General

Crear una aplicación móvil de prendas de vestir mediante la utilización de técnicas de realidad aumentada que sirva de probador al usuario.

2.4.2. Objetivo Específicos

- Investigar fuentes bibliográficas en revistas científicas sobre temas relacionados con la realidad aumentada aplicada en el comercio en línea.
- Aplicar la metodología SCRUM para la implementación de una aplicación móvil que utiliza realidad aumentada.
- Diseñar una arquitectura de una aplicación móvil que utiliza herramientas de realidad aumentada: Vuforia engine, Unity, NodeJS, Android.
- Utilizar la norma ISO/IEC/25010 para evaluar la eficiencia y desempeño de la aplicación móvil.

2.5. Diseño del prototipo

Para el desarrollo de este prototipo se utilizan las fases de la metodología scrum, las cuales permiten integrar los elementos necesarios, para que la aplicación sea funcional y pueda ser manipulada para verificar que cumpla con las expectativas.

2.5.1. Metodología

Para la elaboración de este proyecto se ha considerado la utilización de la metodología SCRUM, la cual consta de fases necesarias para el desarrollo del prototipo. En la primera fase se establecen los objetivos principales, lista de requerimientos y el alcance del proyecto. La segunda fase se estima los tiempos necesarios para elaborar las tareas según su prioridad. Tercera fase, se crea entregables, se realiza la programación de la interfaz gráfica, implantación del CRUD, creación y conexión de la base de datos, diseño de interfaz con realidad aumentada. Cuarta fase, se evalúa el funcionamiento de la aplicación: Interfaz amigable, métodos y validaciones. En la última fase, se realiza la evaluación de la aplicación mediante las métricas de la norma ISO/IEC/25010, con lo cual se puede establecer conclusiones y recomendaciones sobre la aplicación.

2.5.1.1. Planificación del sprint

En la **Tabla 1**, se encuentra un listado de tareas de forma general que son necesarias para llevar a cabo el proyecto.

Tabla 1: Lista de tareas principales

Tarea	Encargado
Recopilación de información sobre herramientas y tecnologías de realidad aumentada.	Xiomara Pinos
Selección de la metodología y tecnologías.	Xiomara Pinos
Planificación de tareas y tiempos.	Xiomara Pinos
Diseño de interfaces de la aplicación.	Xiomara Pinos
Creación de la base de datos.	Xiomara Pinos
Creación del CRUD.	Xiomara Pinos
Creación de métodos buscar, listar y compartir.	Xiomara Pinos
Diseño de interfaz en Unity	Xiomara Pinos
Probar funcionalidad y corrección.	Xiomara Pinos
Evaluación y conclusión.	Xiomara Pinos

Fuente: Elaboración propia

Recursos utilizados: En la **Tabla 2**, se detallan las características del equipo utilizado para llevar a cabo este proyecto.

Tabla 2: Requisitos de hardware

Requisitos de hardware	
Marca	Toshiba
Memoria RAM	16.0 GB
Procesador	Intel(R) Core (TM)i7-4510U CPU @ 2.00GHz
Sistema Operativo	Windows 8.1 Pro

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al software utilizado, se ha seleccionado tecnologías en vanguardia ver **Tabla 3**.

Tabla 3: Requisitos de Software

Programa	Versión
MySQL	10.3.15.0
Node JS	12.18.3
Unity	2021.1.15f1
Blender	2.93.4
Unity Hub	2.4.5
Visual Studio Code	1.59.1

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.2. Sprint Planning Meeting

En esta fase se planifica los tiempos necesarios para realizar cada tarea, teniendo en cuenta la importancia y la complejidad de cada ítem.

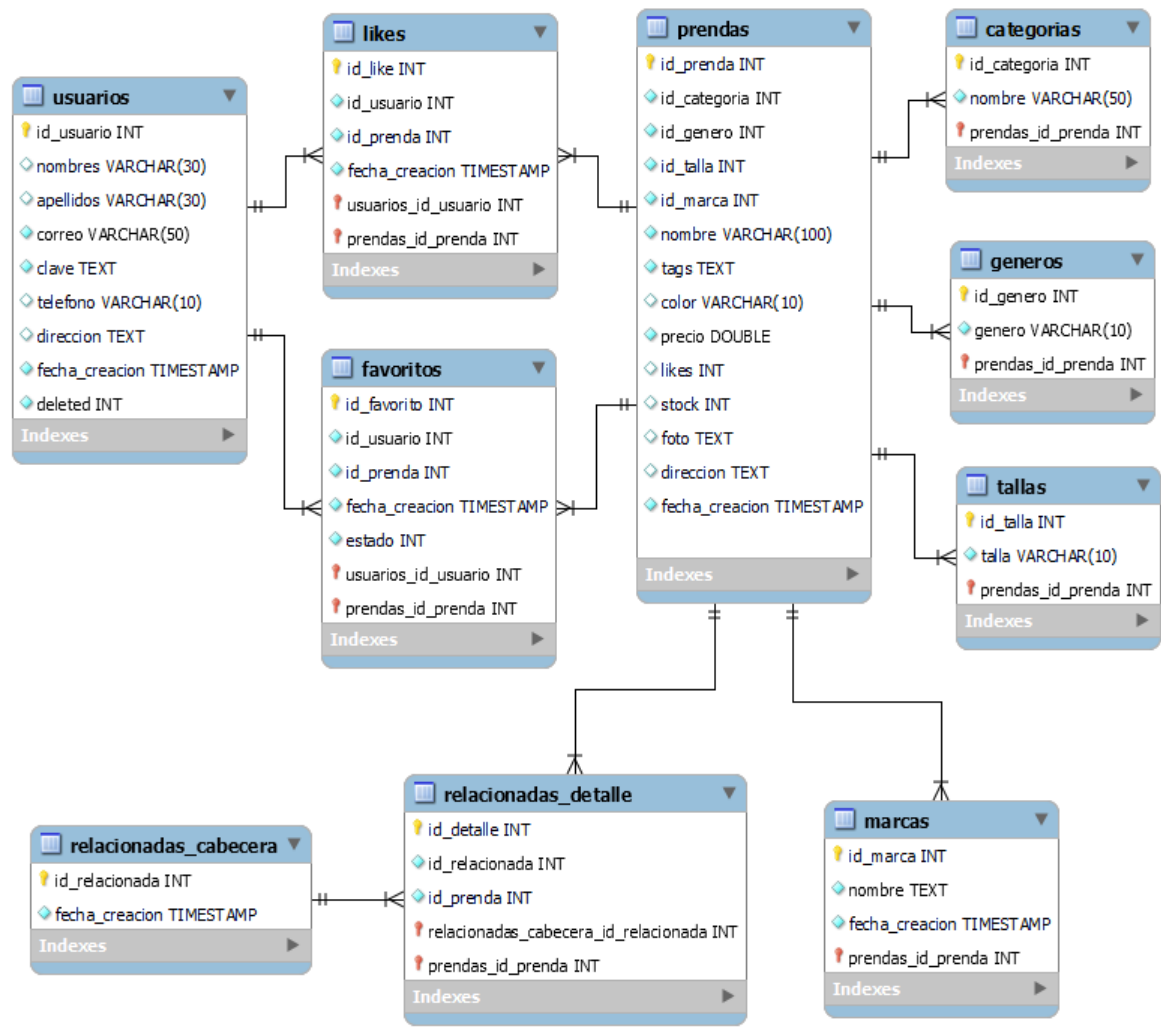
2.5.1.3. Daily Scrum

Una vez realizada la planificación, se procede a diseñar las interfaces, maquetación y desarrollo de los métodos. Para el diseño de las interfaces se utilizó la plataforma Unity.

2.5.1.3.1. Creación de la base de datos

La base de datos consta de diez tablas, diseñadas en MySQL, las cuales integran los campos necesarios para el funcionamiento de la aplicación ver el **Grafico 4**.

Ilustración 4: Diseño de la base de datos

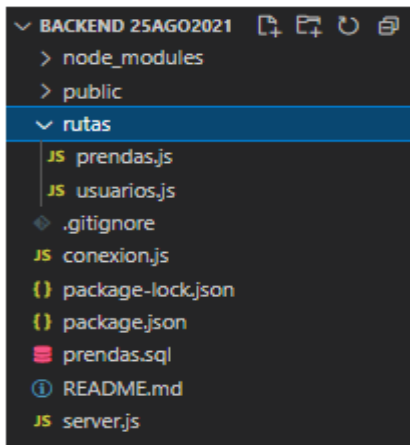


Fuente: Elaboración propia.

2.5.1.3.2. Paquetes de la aplicación

Para la construcción del backend se utiliza NodeJS, se crea un archivo dentro del cual se genera el archivo "rutas" en el cual se encuentran las clases prendas.js y usuarios.js donde se realiza las operaciones CRUD, búsquedas y listado. En el archivo conexión.js se encuentra la conexión con MySQL; el archivo server.js es donde se ejecuta el puerto donde será lanzada la aplicación.

Ilustración 5: Organización de directorios y archivos



Fuente: Elaboración propia

2.5.1.3.3. Métodos CRUD de la clase prendas

Dentro de la clase prendas se crean los métodos para insertar, editar, eliminar, buscar y listar las diferentes prendas de vestir.

Ilustración 6: Métodos CRUD de la clase prendas

```
router.post('/savePrenda', function (req, res) {
  const req = {
    'nombres' : req.body.nombres,
    'apellidos' : req.body.apellidos,
    'correo' : req.body.correo,
    'telefono' : req.body.telefono,
    'direccion' : req.body.direccion
  }

  connection.query('insert into usuarios set ?', req, (err, result)->{
    if(err) {
      res.send(JSON.stringify({resultado: 'error', 'descripcion': err}))
    }else{
      if (result) {
        res.send(JSON.stringify({resultado: 'exito', 'descripcion': 'el registro se guardo se forma exitosa', 'insert_id': result.insertId}))
      }
    }
  });
});

router.post('/modifyPrenda', function (req, res) {
  const req = {
    'id_usuario': req.body.id_usuario,
    'nombres' : req.body.nombres,
    'apellidos' : req.body.apellidos,
    'correo' : req.body.correo,
    'telefono' : req.body.telefono,
    'direccion' : req.body.direccion
  }

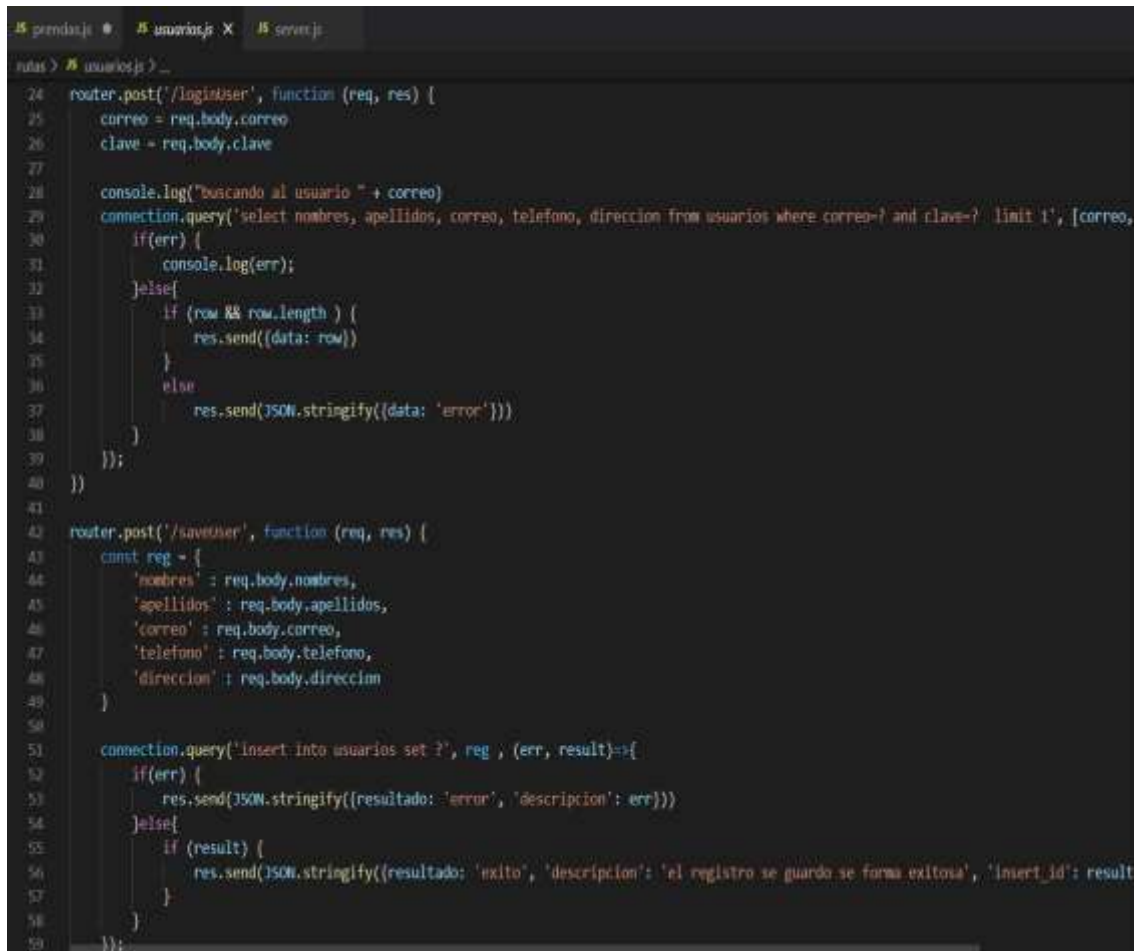
  connection.query('update usuarios set nombres=?, apellidos=?, correo=?, telefono=?, direccion=? WHERE id_usuario=?', req, (err, result)->{
    if(err) {
      res.send(JSON.stringify({resultado: 'error', 'descripcion': err}))
    }else{
      if (result) {
        res.send(JSON.stringify({resultado: 'exito', 'descripcion': 'el registro se modificó se forma exitosa'}))
      }
    }
  });
});
```

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.3.4. Métodos CRUD de la clase usuario

Dentro de la clase prendas se crean los métodos para insertar, editar, eliminar, buscar, listar usuarios y verificación de credenciales para iniciar sesión en la aplicación.

Ilustración 7: Métodos de la clase usuario



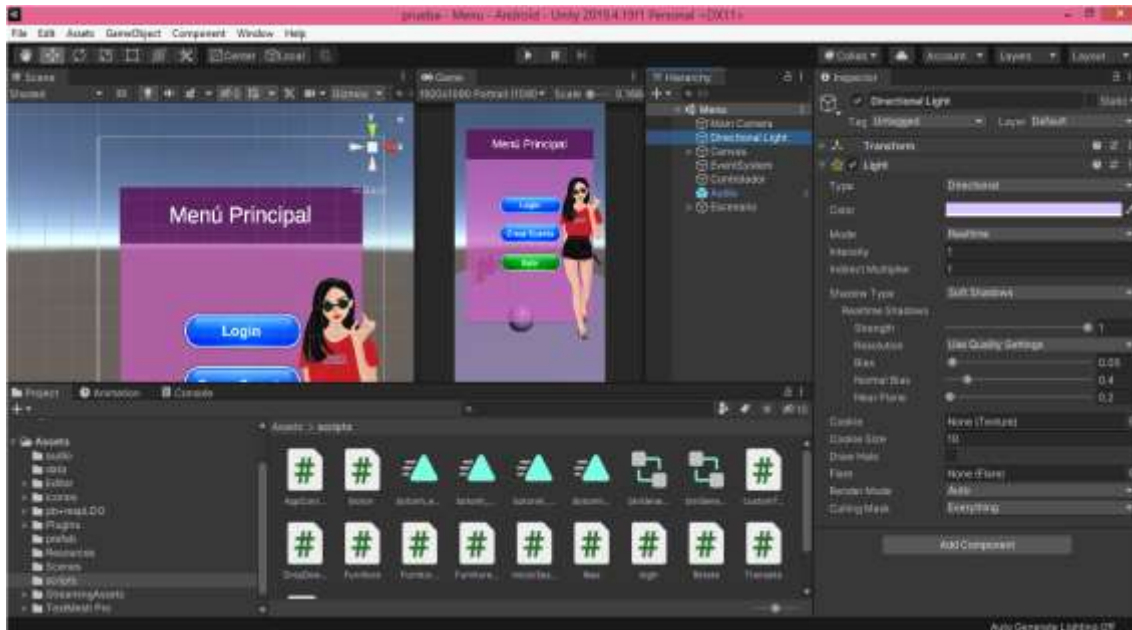
```
24 router.post('/loginUser', function (req, res) {
25   correo = req.body.correo
26   clave = req.body.clave
27
28   console.log("buscando al usuario "+ correo)
29   connection.query('select nombres, apellidos, correo, telefono, direccion from usuarios where correo=? and clave=? limit 1', [correo,
30     if(err) {
31       console.log(err);
32     }else{
33       if (row && row.length) {
34         res.send({data: row})
35       }
36       else
37         res.send(JSON.stringify({data: 'error'}))
38     }
39   });
40 })
41
42 router.post('/saveUser', function (req, res) {
43   const reg = {
44     'nombres': req.body.nombres,
45     'apellidos': req.body.apellidos,
46     'correo': req.body.correo,
47     'telefono': req.body.telefono,
48     'direccion': req.body.direccion
49   }
50
51   connection.query('insert into usuarios set ?', reg , (err, result)=>{
52     if(err) {
53       res.send(JSON.stringify({resultado: 'error', 'descripcion': err}))
54     }else{
55       if (result) {
56         res.send(JSON.stringify({resultado: 'exito', 'descripcion': 'el registro se guardo de forma exitosa', 'insert_id': result.
57       }
58     }
59   });
```

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.3.5. Diseño del Frontend

Para el diseño de las interfaces gráficas se utiliza el ambiente de trabajo de Unity, aquí se programa las rutinas que permiten la creación y funcionamiento del entorno interactivo del probador de la aplicación.

Ilustración 8: Entorno de diseño de Unity



Fuente: Entorno de desarrollo de Unity

2.6. Ejecución y/o ensamblaje del prototipo

Para poner en marcha el proyecto ejecutamos el backend en NodeJS, esta aplicación es lanzada el puerto 3000, además se ejecuta el frontón en Unity.

Ilustración 9: Método que ejecuta la aplicación en el puerto 3000

```
connection.connect((err) => {
  if (err) console.log(err);
  console.log('mysql conectado!');

  var server = http.createServer(app);

  server.listen('3000', err =>{
    if (err){
      console.log('no puedo iniciar el servidor')
    }
    console.log('server iniciado ')
  })
});
```

Fuente: elaboración propia

Al ejecutar la aplicación móvil se muestra la pantalla principal, donde solicita crear una cuenta, o ingresar a la misma.

Ilustración 10: Vista del menú principal



Fuente: Elaboración propia

Para crear una cuenta, se ingresa al botón "Crear Cuenta", aparece un formulario el cual solicita el nombre, apellido, correo y contraseña.

Ilustración 11: Vista creación de usuario

A screenshot of a mobile application's user creation form. The title "Crear Usuario" is displayed at the top in a purple header. Below the title, there are four input fields: "Nombre:" with a placeholder "Nombre...", "Apellido:" with a placeholder "Apellido...", "Correo:" with a placeholder "Email...", and "Clave:" with a placeholder "Contraseña...". A green "Crear Cuenta" button is located at the bottom. The background features a 3D illustration of a woman in a red top and black shorts, and a mannequin wearing a red dress.

Fuente: Elaboración propia

Una vez creado un usuario se puede iniciar sesión, ingresamos al botón “Login” y aparece un formulario el cual solicita el nombre de usuario y contraseña.

Ilustración 12: Vista iniciar sesión



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la interfaz donde se encuentran las prendas de vestir por género y tallas. Es importante señalar que el usuario que utiliza la aplicación debe colocarse un target, en un lugar apropiado para realizar la simulación en este caso sería el pecho.

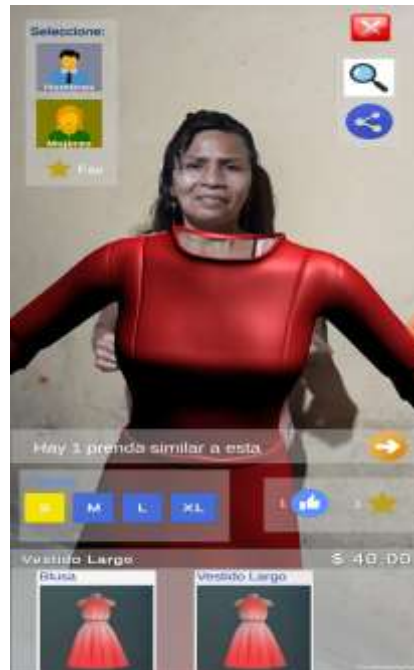
Ilustración 13: Vista de prendas de vestir



Elaboración: Aplicación móvil

En la ilustración 14, se selecciona el género, y se activa la cámara, se simula que se sujeta el vestido para colocarlo en una posición determinada.

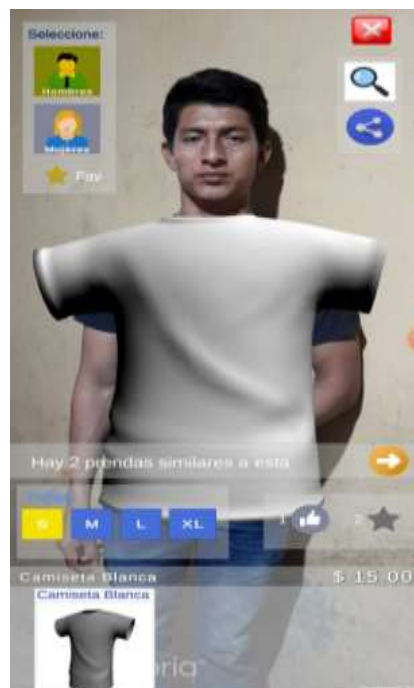
Ilustración 14: Simulación de probador mujeres



Fuente: Aplicación móvil

Se selecciona las diferentes prendas, para probarse.

Ilustración 15: Simulación de probador hombres



Fuente: Aplicación móvil

Al presionar el botón de búsqueda se muestra una pantalla donde se puede seleccionar diferentes prendas de vestir dependiendo de lo solicitado.

Ilustración 16: Buscador de prendas de vestir



Fuente: Aplicación móvil

Al presionar el botón de compartir se muestra una lista de todos los usuarios que se han registrado, de los cuales seleccionamos al que deseemos compartirle la prenda y automáticamente se presentará un visto con el mensaje “Se compartió al correo”.

Ilustración 17: Compartir prendas



Fuente: Aplicación móvil

3. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

3.1. Plan de evaluación

Para evaluar la aplicación móvil se utiliza las métricas de ISO/IEC/25010, haciendo énfasis en el rendimiento del dispositivo, eficiencia, la capacidad, recursos que consume y tiempos de respuesta, estos resultados son calculados mediante la utilización de las ecuaciones que utiliza la norma [40].

3.1.1. Métricas de evaluación

Tiempo de respuesta: Se considera: 1) tiempo de espera, 2) tiempo de respuesta, 3) rendimiento en una unidad de tiempo. Esto se realiza mediante un cronometro que permite obtener tiempos precisos [41].

- 1) Tiempo de respuesta: Se calcula tomando el tiempo desde que se envía una petición y obtener respuesta.

Se considera el tiempo que transcurre al momento de activar la cámara y visualizar los objetos 3D, se calcula con la siguiente formula:

Variables:

A = Tiempo de envío de petición.

$$X = B - A$$

B = Tiempo en recibir la respuesta.

- 2) Tiempo de espera: Es el tiempo que se obtiene desde que se envían instrucciones para que realicen un trabajo y lo complete.

Representa el tiempo que se utiliza desde que presiona un botón hasta que se visualiza un objeto (seleccionar prenda). Se utiliza la siguiente formula:

Variables

A = Tiempo cuando se inicia un trabajo.

$$X = B - A$$

B = Tiempo en completar el trabajo.

- 3) Rendimiento: Consiste en cuantificar la cantidad de tareas que son procesadas en una unidad de tiempo. Se utiliza un intervalo de tiempo para contar el número de tareas que se realizan en ese periodo.

En este caso 15 segundos, en el cual se presiona un botón (selecciona prenda), se visualiza y se retorna al inicio, se repite varias veces durante el periodo fijado. Se utiliza la siguiente formula:

Variables

A= Número de tareas completadas

T = Intervalo de tiempo

$$X = A/T$$

Utilización de recursos: Se mide los recursos que se ocupan al ejecutarse tareas en condiciones determinadas. Se utilizan cuatro métricas:

1. líneas de código (N/A).
2. Consumo de CPU.
3. Uso de memoria.
4. Utilización de dispositivos E/S.

Para obtener datos del CPU, se utiliza la aplicación "CPU Indicator", el inconveniente que surge al realizar los cálculos es que se obtiene valores inestables, esto a causa de que la herramienta no captura únicamente los datos requeridos, sino de todas las aplicaciones que se ejecutan adicionalmente.

Métrica uso de memoria: Se visualiza el total de memoria que se usa para ejecutar una tarea. Para obtener este valor se ha utilizado la app CPU Indicator, la cual permite verificar el porcentaje de memoria que consume al activar la aplicación de realidad aumentada. Para obtener el valor requerido se usa una regla de tres simple. Se registra el uso de la memoria antes de activar la app y después de activar la app y visualizar los objetos 3D.

Variables

A = Espacios de memoria usado para realizar una tarea.

B = Cantidad total de espacios de memoria.

$$X = B-A$$

Capacidad o límites máximos de funcionamiento

Se refiere a la capacidad de respuesta de la aplicación al funcionar en línea, se mide mediante tres métricas: 1) cantidad de acceso simultáneos, 2) número de peticiones en línea, 3) Ancho de banda. Sin embargo, esta métrica no será evaluada debido a que la aplicación no se ejecuta en línea.

3.2. Resultado de la evaluación

3.2.1. Resultados de las métricas

En la tabla 4, se describen los valores obtenidos al aplicar la normativa ISO/IEC/25010 sobre la eficiencia y desempeño, los datos recolectados fueron adecuados a las funcionalidades de la aplicación. A continuación, se detallan los campos requeridos por la norma para obtener la valoración de la calidad.

Peor caso: Representa la peor situación que puede ocurrir para cada subcategoría al momento de realizar la evaluación.

Valor deseado: Son los valores que se consideran aceptables en la aplicación.

Entrada y salida: constituye los valores que se obtienen en la experimentación (A, B, T) y la salida (X), detallados en el punto 3.1.1.

Total: Es la suma de los valores de cada métrica,

Los resultados muestran un valor de 0.65 segundos en la métrica de comportamiento de tiempo, lo que de acuerdo a la normativa alcanza un grado de satisfacción aceptable [41].

Tabla 4: Resultados de las métricas

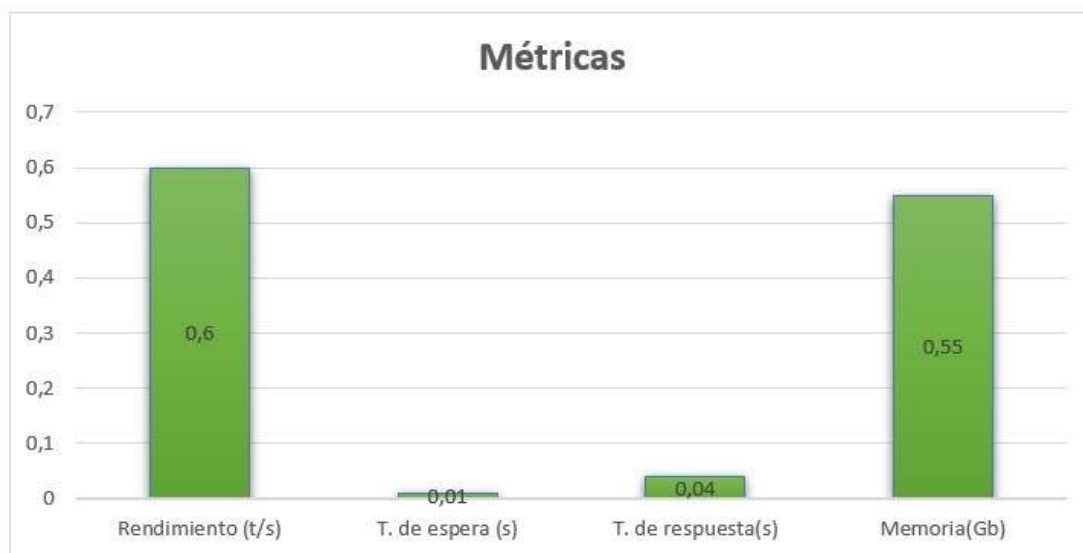
Subcaracterística	Métrica	Peor caso	Valor esperado	Aplica	Entrada			Salida	Total
					A	B	T	X	
Comportamiento de tiempo	Tiempo de respuesta	>10s	0.20s	si	0.05	0.01		0.04	0.65s
	Tiempo de espera	>10s	4s	si	0	0.01		0.01	
	Rendimiento	0	=15s	si	9		15	0.6	
Utilización de recursos	Utilización del CPU			no					0.55Gb
	Utilización de memoria	>0.5 Gb	0.25 Gb	si	1Gb	1.55 Gb		0.55Gb	
	Utilización de dispositivos de E/S			no					

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 18 se puede observar las variables medidas referente a los tiempos de respuesta, de espera, rendimiento y la memoria utilizada.

Es importante señalar que el dispositivo utilizado para realizar el test es un modelo Samsung A30S, el único donde se realizaron las pruebas, puesto que un dispositivo de gama más alta arroja resultados más favorables.

Ilustración 18: Valores de las métricas



Fuente: Elaboración propia

3.3 Conclusiones

- Mediante la revisión bibliográfica de artículos científicos relacionados con temas de realidad aumentada se logra obtener el conocimiento necesario sobre los últimos acontecimientos de esta tecnología.
- Aplicando la metodología SCRUM se logra direccionar los procedimientos para el desarrollo de una aplicación móvil considerando sus requerimientos y necesidades.
- La utilización de herramientas para el desarrollo de la aplicación como: Vuforia engine, Unity, NodeJS son tecnologías de punta para la ejecución de proyectos que utilicen realidad aumentada.

- Al evaluar la aplicación móvil con la norma ISO/IEC/25010 se encuentran resultados aceptables en cuanto al rendimiento, utilización de memoria y otros factores que son importantes en dispositivo móvil.

3.4 Recomendaciones

- Indagar información actualizada de fuentes confiables para enriquecer el conocimiento sobre el tema que se está investigando.
- La aplicación de la metodología SCRUM es importante para este tipo de proyectos debido a que se ajusta a los procesos que conlleva la construcción de una aplicación móvil que utiliza realidad aumentada.
- Para la construcción de una aplicación que usa realidad aumentada es importante utilizar un equipo con gran capacidad y una tarjeta gráfica de alta gama para poder ejecutar aplicaciones como Unity, de esta manera se evitan errores al momento de la ejecución.
- La eficiencia de desempeño es un factor importante en la calidad de una aplicación móvil por estos motivos se debe evaluar las métricas de rendimientos y uso de la memoria para comprobar que poseen valores aceptables dentro de la norma ISO/IEC/25010.

4. Bibliografía

- [1] webmaster, «EL AUGE DEL COMERCIO ELECTRÓNICO EN EL ECUADOR | Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil». <https://www.uteg.edu.ec/el-auge-del-comercio-electronico-en-el-ecuador/> (accedido ago. 23, 2021).
- [2] H. A. C. Ruiz, F. Y. M. Jiménez, y M. J. S. Barón, «Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase», *Revista Educación y Ciudad*, n.º 35, Art. n.º 35, nov. 2018, doi: 10.36737/01230425.v0.n35.2018.1969.

- [3] L. E. Bautista Rojas y J. F. Archila Díaz, «TAREAS FUNDAMENTALES EN LA REALIDAD AUMENTADA, UN NUEVO ENFOQUE», *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, vol. 1, n.º 19, 2012. Accedido: sep. 01, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_40/recursos/04_v19_24/revista_19/09022012/09.pdf
- [4] D.-C. Claros-Perdomo, E.-E. Millán-Rojas, y A.-P. Gallego-Torres, «Uso de la realidad aumentada, gamificación y m-learning», *Facultad de Ingeniería*, vol. 29, n.º 54, 2020, doi: <https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.12264>.
- [5] I. M. Sánchez y J. J. Segurat, «Una perspectiva neurobiológica y comunicacional de la imagen y de la realidad aumentada», *ICONO 14, Revista de comunicación y tecnologías emergentes*, vol. 16, n.º 1, pp. 1-21, 2018, doi: <https://doi.org/10.7195/ri14.v16i1.1102>.
- [6] B. Zhou y S. Guven, «Fine-Grained Visual Recognition in Mobile Augmented Reality for Technical Support», *IEEE Trans. Visual. Comput. Graphics*, vol. 26, n.º 12, pp. 3514-3523, dic. 2020, doi: [10.1109/TVCG.2020.3023635](https://doi.org/10.1109/TVCG.2020.3023635).
- [7] N. F. S. Jeffri y D. R. Awang Rambli, «A review of augmented reality systems and their effects on mental workload and task performance», *Heliyon*, vol. 7, n.º 3, p. e06277, mar. 2021, doi: [10.1016/j.heliyon.2021.e06277](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06277).
- [8] F. Bellalouna, «The Augmented Reality Technology as Enabler for the Digitization of methodology to analyze the functional and physical», *Procedia CIRP*, vol. 98, pp. 400-405, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.124>.
- [9] M.-B. Ibáñez, Á. Di-Serio, D. Villarán-Molina, y C. Delgado-Kloos, «Support for Augmented Reality Simulation Systems: The Effects of Scaffolding on Learning Outcomes and Behavior Patterns», *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 9, n.º 1, pp. 46-56, ene. 2016, doi: [10.1109/TLT.2015.2445761](https://doi.org/10.1109/TLT.2015.2445761).
- [10] I. Horra, «Realidad aumentada, una revolución educativa», *EDMETIC*, vol. 6, p. 9, dic. 2016, doi: [10.21071/edmetic.v6i1.5762](https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5762).

- [11]V. Mamone, V. Ferrari, S. Condino, y F. Cutolo, «Projected Augmented Reality to Drive Osteotomy Surgery: Implementation and Comparison With Video See-Through Technology», *IEEE Access*, vol. 8, pp. 169024-169035, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3021940.
- [12]M. Park, H. Lee, y H.-J. Choi, «Augmented Reality Lightfield Display for a Smart Window Using an Active Pinhole Array», *IEEE Access*, vol. 7, pp. 171974-171979, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2956605.
- [13]P. Fraga-Lamas, T. M. Fernández-Caramés, Ós. Blanco-Novoa, y M. A. Vilar-Montesinos, «A Review on Industrial Augmented Reality Systems for the Industry 4.0 Shipyard», *IEEE Access*, vol. 6, pp. 13358-13375, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2808326.
- [14]S.-C. Yeh, Y.-Y. Li, C. Zhou, P.-H. Chiu, y J.-W. Chen, «Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Induced Anxiety», *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 26, n.º 7, pp. 1345-1352, jul. 2018, doi: 10.1109/TNSRE.2018.2844083.
- [15]I. M. Melo Bohórquez, «Realidad aumentada y aplicaciones | Tecnología Investigación y Academia», *Tecnol.Investig.Academia TIA*, vol. 6, pp. 28-35, abr. 2018.
- [16]Ó. Blanco-Novoa, T. M. Fernández-Caramés, P. Fraga-Lamas, y M. A. Vilar-Montesinos, «A Practical Evaluation of Commercial Industrial Augmented Reality Systems in an Industry 4.0 Shipyard», *IEEE Access*, vol. 6, pp. 8201-8218, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2802699.
- [17]J. Čejka, M. Mangeruga, F. Bruno, D. Skarlatos, y F. Liarokapis, «Evaluating the Potential of Augmented Reality Interfaces for Exploring Underwater Historical Sites», *IEEE Access*, vol. 9, pp. 45017-45031, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3059978.
- [18]F. J. Díaz, L. A. Fava, C. M. Banchoff Tzancoff, M. A. Schiavoni, y E. S. Martin, «Juegos serios y aplicaciones interactivas usando realidad aumentada y realidad virtual», presentado en XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste)., 2018.

Accedido: ago. 03, 2021. [En línea]. Disponible en:
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68028>

[19] D. N. M. García y V. M. D. Flores, «Ambientes virtuales de aprendizaje utilizando realidad aumentada», *Enfermería Investiga: Investigación, Vinculación, Docencia y Gestión*, vol. 3, n.º 1 (Marzo (2018)), pp. 49-52, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.29033/ei.v3n1.2018.10>.

[20] G. Singh, S. R. Ellis, y J. E. Swan, «The Effect of Focal Distance, Age, and Brightness on Near-Field Augmented Reality Depth Matching», *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 26, n.º 2, pp. 1385-1398, feb. 2020, doi: [10.1109/TVCG.2018.2869729](https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2869729).

[21] Centre Cardiovascular Sant Jordi, «El Hospital El Pilar lidera un proyecto sobre la aplicación de la realidad aumentada en la cirugía in vivo», *Quirónsalud*. <https://www.quironsalud.es/es/comunicacion/notas-prensa/hospital-pilar-lidera-proyecto-aplicacion-realidad-aumentada> (accedido ago. 03, 2021).

[22] P. A. Hurtado, C. Dorneles, y E. Frazzon, «Big Data application for E-commerce's Logistics: A research assessment and conceptual model», *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, n.º 13, pp. 838-843, ene. 2019, doi: [10.1016/j.ifacol.2019.11.234](https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.234).

[23] J. Jang, Y. Ko, W. S. Shin, y I. Han, «Augmented Reality and Virtual Reality for Learning: An Examination Using an Extended Technology Acceptance Model», *IEEE Access*, vol. 9, pp. 6798-6809, 2021, doi: [10.1109/ACCESS.2020.3048708](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3048708).

[24] T. Wiguna *et al.*, «Developing and feasibility testing of the Indonesian computer-based game prototype for children with attention deficit/hyperactivity disorder», *Heliyon*, vol. 7, n.º 7, p. e07571, jul. 2021, doi: [10.1016/j.heliyon.2021.e07571](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07571).

[25] F. G. B. Molina, G. T. Toledo, F. A. Acevedo, y E. M. Mendoza, «Aplicación de realidad aumentada centrada en el niño como recurso en un ambiente virtual de aprendizaje», *Apertura*, vol. 12, n.º 1, pp. 88-105, 2020, doi: <https://doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1820>.

- [26] A. O. Duarte, L. D. C. Aljure, y T. Delgado, «Alternativa Open Source en la implementación de un sistema IoT para la medición de la calidad del aire.», *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 12, n.º 1, pp. 189-204, 2018.
- [27] M. Ohyver y J. Moniaga, «The Comparison Firebase Realtime Database and MySQL Database Performance using Wilcoxon Signed-Rank Test | Elsevier Enhanced Reader», *Procedia Computer Science*, vol. 157, pp. 396-405, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.231>.
- [28] M. DiPierro, «The Rise of JavaScript», *Computing in Science & Engineering*, vol. 20, pp. 9-10, 2018, doi: [10.1109/MCSE.2018.011111120](https://doi.org/10.1109/MCSE.2018.011111120).
- [29] P. Aşkar y D. DAVENPORT, «An investigation of factors related to self-efficacy for Java programming among engineering students», *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, vol. 8, ene. 2009.
- [30] S. Arshad, M. A. Shah, A. Wahid, A. Mehmood, H. Song, y H. Yu, «SAMADroid: A Novel 3-Level Hybrid Malware Detection Model for Android Operating System», *IEEE Access*, vol. 6, pp. 4321-4339, 2018, doi: [10.1109/ACCESS.2018.2792941](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2792941).
- [31] R. Guachichulca y D. Patricio, «Desarrollo de un prototipo de asistente virtual enfocado a personas con discapacidad», nov. 2020, Accedido: ago. 03, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19611>
- [32] Z. M. Rodríguez, L. D. P. Rodríguez, y J. C. G. Suarez, «Arquitectura basada en Microservicios y DevOps para una ingeniería de software continua», *Industrial Data*, vol. 23, n.º 2, pp. 141-149, 2020, doi: <https://doi.org/10.15381/idata.v23i2.17278>.
- [33] K. D. Prasetya, Suharjito, y D. Pratama, «Effectiveness Analysis of Distributed Scrum Model Compared to Waterfall approach in Third-Party Application Development», *Procedia Computer Science*, vol. 179, pp. 103-111, ene. 2021, doi: [10.1016/j.procs.2020.12.014](https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.014).
- [34] S. Shafiee, Y. Wautelet, L. Hvam, E. Sandrin, y C. Forza, «Scrum versus Rational Unified Process in facing the main challenges of product configuration

systems development», *Journal of Systems and Software*, vol. 170, p. 110732, dic. 2020, doi: 10.1016/j.jss.2020.110732.

[35] M. Hamid *et al.*, «An Intelligent Recommender and Decision Support System (IRDSS) for Effective Management of Software Projects», *IEEE Access*, vol. 8, pp. 140752-140766, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3010968.

[36] E. S. Hidalgo, «Adapting the scrum framework for agile project management in science: case study of a distributed research initiative», *Heliyon*, vol. 5, n.º 3, p. e01447, mar. 2019, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01447.

[37] A. Estevan, V. Freddy, y L. Enciso, «Reservation System for Synthetic Soccer Fields Under the Scrum methodology», en *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, jun. 2019, pp. 1-6. doi: 10.23919/CISTI.2019.8760625.

[38] M. R. Ramírez, E. M. Rojas, y F. R. Cisneros, «Metodología SCRUM y desarrollo de Repositorio Digital», p. 12, 2019.

[39] J. C. A. Becerra y C. E. D. Vanegas, «Propuesta de un método para desarrollar Sistemas de Información Geográfica a partir de la metodología de desarrollo ágil - SCRUM.», *Cuaderno Activa*, vol. 10, pp. 29-41, 2018.

[40] R. M. Toasa G, P. Baldeón Egas, M. Saltos, y H. Recalde, «Personalización de algoritmo para auditar base de datos en instituciones de educación superior», *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, vol. 2019, pp. 425-436, dic. 2019.

[41] F. Salazar, C. Manosalvas, N. Rodríguez, y P. Landeta, «Análisis de la eficiencia de desempeño en aplicaciones de Realidad Aumentada utilizando la normativa ISO/IEC/25010», *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informacion*, pp. 256-267, ene. 2020.

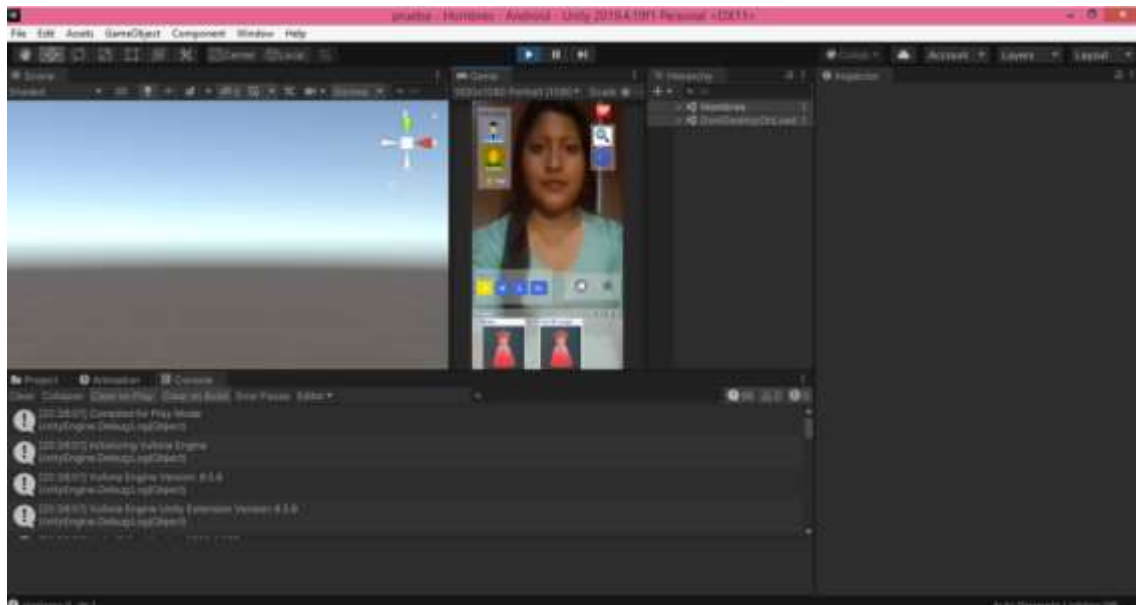
5. Anexos

Ilustración 19: Diseño del menú para seleccionar género.



Fuente: Unity

Ilustración 20: Ejecución de la interfaz del probador.



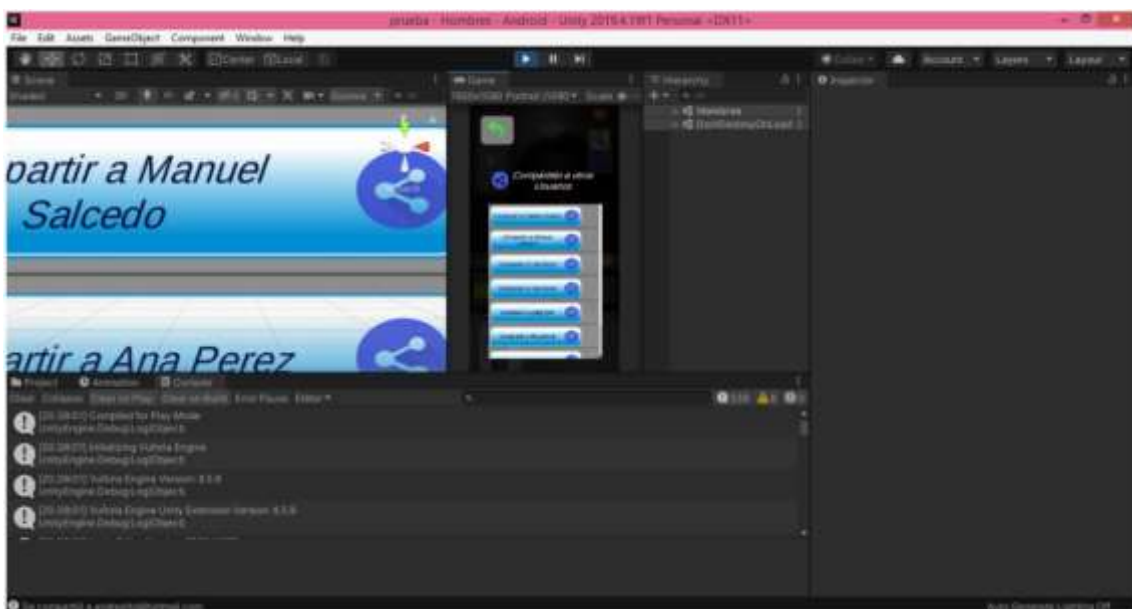
Fuente: Unity

Ilustración 21: Diseño de la interfaz para seleccionar prendas de vestir.



Fuente: Unity

Ilustración 22: Diseño de la interfaz para compartir prendas.



Fuente: Unity

Ilustración 23: Target para realizar la simulación 3D



Fuente: Curso online de Unity y vuforia (Udemy)