

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



PROYECTO DE GRADO

**“GUÍA INTERACTIVA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS
INORGÁNICOS APOYADO POR LA REALIDAD AUMENTADA, PARA
ESTUDIANTES DE CUARTO PRIMARIA DE LA UNIDAD EDUCATIVA
JOSÉ MANUEL PANDO”**

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO
ACADÉMICO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

POSTULANTE: Alvaro Jhonny Flores Patty

TUTOR: Ing. Juan Carlos Gallardo Jiménez

ASESOR: Msc. Ing. Alex Yanahuaya Arce

Cobija - Pando – Bolivia

2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por cada día de mi vida, por cuidarme, protegerme y haber dado salud, y por cumplir con mis objetivos.

A mis Padres.

Por su apoyo incondicional, motivación, consejos y su amor de padres.

A mi Padre Rene Flores.

Por el apoyo y la motivación de seguir adelante en la vida dándome consejos y ejemplos de superación.

A mi Madre Hilda Patti.

Por la confianza, apoyo y ser inspiración de superación como persona de bien.

A mis Hermanos.

William Rene, Carlos Roberto y Franco Jhuniór, por la compañía y los bellos momentos que pasamos juntos como hermanos, siempre ayudándonos en familia.

A Zulma Marina Paco Aranibar.

Por la amistad confianza y apoyo que me has brindado en todo el transcurso de tiempo que nos conocimos.

A mis Docentes.

Primeramente a todos mis docentes de la carrera que me impartieron sus conocimientos durante mi trayectoria como universitario, al *Ing. Luis Humberto Pacheco Velasquez* por brindarme sus conocimientos en la programación y desarrollo de tecnologías también por sus consejos y apoyo como un amigo, al *Lic. Javier Patty* por su brindarme su tiempo,

conocimientos y apoyo durante mi formación profesional, al *Msc. Ing. Freddy Morales* demostrarse su apoyo y ser un amigo, al *Msc. Ing. Alex Yanahuaya Arce* por ser mi asesor de mi proyecto, brindarme su apoyo, tiempo, paciencia y su orientación para el desarrollo de mi proyecto, al *Ing. Juan Carlos Gallardo* por ser mi tutor y brindarme paciencia, tiempo y aliento para el desarrollo de mi proyecto, al *Ing. Manuel Lopez Rengifo* por darse el tiempo y la disponibilidad de revisar mi proyecto de grado.

A mis Amigos.

A todos mis compañeros que comenzamos juntos la carrera y a mi compañero *José Luis Condori Pillco* por su apoyo, tiempo y por brindarme sus conocimientos, *Ruddy Chao* por ser mi amigo y haber realizado trabajos e investigaciones juntos durante toda nuestra formación profesional.

DEDICATORIA

Este proyecto de Grado está dedicado con mucho cariño y respeto.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por el apoyo que me han dado cada día de mi vida y ser mi inspiración de seguir adelante como persona de bien.

A mis hermanos con los cuales siempre hemos estado juntos ayudándonos como en todo momento.

A Zulma Mariana Paco Aranibar, por su amistad, apoyo y confianza en todo momento.

A mis docentes por brindarme sus conocimientos y experiencias.

A mis compañeros por la amistad que formamos en la carrera compartiendo conocimientos y experiencias juntos.

RESUMEN

El presente informe final sobre el Proyecto de Grado, es el desarrollo de una aplicación Móvil con Realidad aumentada para dispositivo con Sistema operativo Android, cuyo propósito es apoyar al aprendizaje de los estudiantes sobre el manejo de Residuos Inorgánicos.

Nuestro problema principal es el **“Escaso material didáctico para estudiantes de cuarto de primaria de la Unidad Educativa José Manuel Pando de la ciudad de Cobija sobre el manejo de residuos inorgánicos con el uso de aplicaciones de dispositivos móviles (App)**, una vez planteado nuestro problema central se generó nuestro objetivo principal el cual es **“Desarrollar una guía interactiva para el manejo de residuos sólidos inorgánicos apoyado por la realidad aumentada, para estudiantes de cuarto primaria de la Unidad Educativa “José Manuel Pando”, utilizando la Metodología Mobile-D, desarrollo de aplicaciones móviles bajo la plataforma Android**, para lograr nuestro objetivo de desarrollo la aplicación móvil con Realidad Aumentada utilizando la herramienta de desarrollo de Vuforia y Unity 3D, también se hizo uso de Blender para poder modelar los objetos 3D para la aplicación, también se realizó una recolección de información para poder obtener nuestro Texto Guía sobre el Manejo de Residuos Inorgánicos, también se realizó la validación de la aplicación móvil de RA utilizando la ISO/IEC 9126 por parte del administrador de la aplicación y TAM (Modelo de Aceptación Tecnológica), por parte de los usuarios, como resultado se expuso que se pudo concluir el desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Aumentada para dispositivos con sistema operativo Android, también se pudo realizar el texto guía sobre el Manejo de Residuos Inorgánicos, lo cual nos lleva a la siguiente conclusión: se pudo concluir con el desarrollo de la aplicación móvil de RA, la entrega de la aplicación móvil de RA y de un texto Guía de Manejo de Residuos Inorgánicos, con el cual tendrán un material didáctico de apoyo al aprendizaje.

PALABRAS CLAVE:

Vuforia, Unity 3D, Realidad Aumentada, Metodología Mobile-D, ISO/IEC 9126 y TAM (Modelo de Aceptación Tecnológica)

ABSTRACT

The present final report on the Degree Project, is the development of a mobile application with Reality increases for device with Android operating system, whose purpose is to support the learning of students on the management of Inorganic Waste.

Our main problem is the "Little didactic material for elementary school students of the José Manuel Pando Educational Unit of the city of Cobija on the management of inorganic waste with the use of mobile device applications (App), once our problem has been raised Our main objective was generated which is "To develop an interactive guide for the management of inorganic solid waste supported by augmented reality, for students of the fourth grade of the Educational Unit" José Manuel Pando ", using the Mobile-D Methodology, development of mobile applications under the Android platform, to achieve our goal of developing the mobile application with Augmented Reality using the development tool of Vuforia and Unity 3D, we also made use of Blender to be able to model the 3D objects for the application. a collection of information to obtain our Guide Text so Inorganic Waste Management, the validation of the RA mobile application using ISO / IEC 9126 was also carried out by the application administrator and TAM (Technological Acceptance Model), by the users, as a result was exposed that it was possible to conclude the development of a mobile application of Augmented Reality for devices with Android operating system, the guiding text on the Management of Inorganic Waste was also made, which leads us to the following conclusion: it was possible to conclude with the development of the mobile application of RA, the delivery of the mobile application of RA and a text Guide for Inorganic Waste Management, with which they will have a didactic material to support learning.

KEYWORDS:

Vuforia, Unity 3D, Augmented Reality, Mobile-D Methodology, ISO / IEC 9126 and TAM
(Technology Acceptance Model)

ÍNDICE

1. MARCO INTRODUCTORIO	0
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3. OBJETIVOS	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos	7
1.4. ALCANCES	7
1.5. METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS	8
2. MARCO REFERENCIAL	10
2.1. MARCO INSTITUCIONAL	11
2.1.1. Contexto Institucional de la Unidad Educativa	11
2.1.2. Misión.....	11
2.1.3. Visión.....	11
2.2. MARCO LEGAL.....	12
2.2.1. La constitución política del Estado Plurinacional de Bolivia.....	12
2.2.2. La ley Medio Ambiente N° 1333.....	12
2.2.3. La ley de la educación Avelino Siñani – Elizardo Pérez.....	13
2.3. MARCO TEÓRICO.....	14
2.3.1. Residuos Sólidos.....	14
2.3.2. Residuos sólidos inorgánicos.....	15
2.3.3. Sistemas operativo móviles	22
2.3.4. Aplicaciones móviles.....	31
2.3.5. Realidad aumentada.....	34
2.3.6. Metodología Mobile-D.....	50
2.3.7. Lenguaje Unificado de Modelado (UML).....	53
2.3.8. Modelo Vista Controlador (MVC)	53
2.3.9. Pruebas de Calidad de Software	54
2.3.10. Herramientas utilizadas.....	59

3.	MARCO APLICATIVO	64
3.1.	INTRODUCCIÓN	65
3.2.	EXPLORACIÓN	65
3.2.1.	Establecimiento de Stakeholder.....	66
3.2.2.	Definición de Alcance del proyecto	66
3.2.3.	Establecimiento del proyecto.....	68
3.3.	INICIALIZACIÓN	69
3.3.1.	Configuración del Proyecto	69
3.3.2.	Planificación Inicial.....	70
3.3.3.	Día de Prueba.....	73
3.4.	PRODUCCIÓN.....	73
3.4.1.	Día de planificación de Desarrollo de la aplicación	73
3.4.2.	Día de trabajo.....	74
3.4.3.	Diagrama de clases	75
3.5.	FASE DE ESTABILIZACIÓN.....	92
3.6.	FASE DE PRUEBAS	94
3.6.1.	Pruebas de Funcionalidad.....	94
3.6.2.	Prueba de Compatibilidad	95
3.6.3.	Calidad de Software.....	97
3.6.4.	Aplicación de TAM	101
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
4.1.	CONCLUSIONES	109
4.2.	RECOMENDACIONES.....	110
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	111
6.	ANEXOS.....	114
6.1.	ANEXO A: Texto Guía y Marcadores.....	114
6.2.	ANEXO B: Exposición a los estudiantes.....	115
6.3.	ANEXO C: Demostración de uso de la aplicación Móvil de RA	116
6.4.	ANEXO D: Evaluación a los estudiantes	118
6.5.	ANEXO E: Entrega del texto Guía y la Aplicación Móvil de RA	119

6.6. ANEXO F: Evaluación de la aplicación de acuerdo a la norma ISO/IEC 9126 por parte del administrador de la aplicación 120

6.7. ANEXO G: Evaluación de la aplicación utilizando el Modelo TAM por parte de los usuarios..... 122

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Composición de los Residuos Sólidos</i>	15
<i>Figura 2: Tiempo de Biodegradación de Residuos Inorgánicos</i>	18
<i>Figura 3: Ejemplo de plagas</i>	18
<i>Figura 4: Contaminación de aire por quemar Residuos Inorgánicos</i>	19
<i>Figura 5: Contaminación de Residuos Inorgánicos en la ciudad de La Paz</i>	19
<i>Figura 6: Reusó de Residuos Inorgánicos</i>	21
<i>Figura 7: Residuos Inorgánicos Reciclables y no Reciclables</i>	22
<i>Figura 8: Arquitectura de Android</i>	25
<i>Figura 9: Cuota de mercado del sistema operativo en todo el mundo</i>	30
<i>Figura 10: Cuota de mercado del sistema operativo en todo el mundo</i>	31
<i>Figura 11: Tipos de Aplicaciones</i>	33
<i>Figura 12: Dispositivo con Realidad Aumentada</i>	34
<i>Figura 13: Virtuality Continuum (Continuidad de Virtualidad)</i>	35
<i>Figura 14: Dispositivo móvil con cámara</i>	37
<i>Figura 15: Proyección de Realidad Aumentada</i>	38
<i>Figura 16: Stickers de AR en Google Pixel</i>	38
<i>Figura 17: Activadores de Realidad Aumentada</i>	40
<i>Figura 18: Código de barras UPC (izquierda) y Código QR (derecha)</i>	41
<i>Figura 19: Realidad Aumentada Basada en Marcador</i>	42
<i>Figura 20: RA utilizando imágenes</i>	42
<i>Figura 21: RA utilizando geolocalización</i>	43
<i>Figura 22: RA basado en visión aumentada Google Glass</i>	43
<i>Figura 23: Funcionamiento De la Realidad Aumentada</i>	44
<i>Figura 24: Ejemplo de libro con Realidad Aumentada</i>	45
<i>Figura 25: Hololens</i>	46
<i>Figura 26: Oculus Rift VR</i>	47
<i>Figura 27: HTC VR</i>	47
<i>Figura 28: PlayStation VR</i>	47
<i>Figura 29: Videojuego Invizimals</i>	48
<i>Figura 30: PokemonGo</i>	48
<i>Figura 31: Tienda de ropa online Zugará</i>	49
<i>Figura 32: Nuevas herramientas TICs para tratamiento Psicológicos</i>	50
<i>Figura 33: Ciclo de desarrollo Mobile-D</i>	51
<i>Figura 34: Arquitectura MVC</i>	54
<i>Figura 35: Modelo de Aceptación Tecnológica, TAM (Davis, 1989)</i>	57

<i>Figura 36: Ejemplo de la Escala de Likert</i>	<i>58</i>
<i>Figura 37: Precios de las versiones de Unity</i>	<i>59</i>
<i>Figura 38: Motores de Desarrollo de Videojuegos 2016.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 39: Blender</i>	<i>61</i>
<i>Figura 40: Arquitectura de Vuforia</i>	<i>63</i>
<i>Figura 41: Java JDK 8.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 42: Instalación del soporte de Realidad Aumentada de Vuforia a través del Instalador de Unity.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 43: Configuración de JDK 8 en Unity 2017.1.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 44: Arquitectura de la aplicación.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 45: Diagrama de Clases de la aplicación móvil de RA.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 46: Pantalla de Inicio.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 47: Imágenes</i>	<i>77</i>
<i>Figura 48: Formulario de registro de Vuforia.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 49: Creación de Base de Datos</i>	<i>78</i>
<i>Figura 50: Selección de Tipo de base de Datos</i>	<i>79</i>
<i>Figura 51: Selección de tipo de Target.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 52: Imagen seleccionada como marcador</i>	<i>80</i>
<i>Figura 53: Calificación obtenida en el portal web de Vuforia</i>	<i>80</i>
<i>Figura 54: Lista de los marcadores verificados en la base de datos.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 55: Diseño del recipiente de Residuos Inorgánicos</i>	<i>82</i>
<i>Figura 56: Importación de la Base de datos Vuforia a Unity.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 57: Configuración de Vuforia en Unity.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 58: Pantalla de Reconocimiento del Texto Guía (Interacción con botones)</i>	<i>84</i>
<i>Figura 59: Código Fuente Activador Contenedor</i>	<i>84</i>
<i>Figura 60: Implementación del código en un Game Object Contenedor</i>	<i>85</i>
<i>Figura 61: Implementación de Game Object Contenedor al componente Botón</i>	<i>85</i>
<i>Figura 62: Implementación de Game Object Imágenes al Botón</i>	<i>86</i>
<i>Figura 63: Pantalla de Reconocimiento del Texto Guía (Cambio de material del modelo 3D con botones).....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 64: Código Fuente cambio de material.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 65: Implementación del código en un Game Object Material</i>	<i>87</i>
<i>Figura 66: Implementación de Game Object Material al botón.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 67: Visualización del título.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 68: Pantalla de Información de características.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 69: Código Fuente de Pantalla de Información.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 70: Implementación de Código Fuente en el título</i>	<i>90</i>
<i>Figura 71: Implementación del código fuente a la pantalla de Información</i>	<i>91</i>
<i>Figura 72: Pantalla de Créditos</i>	<i>92</i>

<i>Figura 73: Cogido Fuente de cambios de Pantallas.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 74: Pantallas Construidas.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 75: Tamaño de pantalla HVGA 480 x 320.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 76: Tamaño de pantalla HD 1280 X 720.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 77: Tamaño de pantalla Full HD 2560 x 1600.....</i>	<i>97</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Clasificación de los residuos sólidos por su procedencia naturaleza</i>	14
<i>Tabla 2: Versiones de Android</i>	29
<i>Tabla 3: Identificación de roles</i>	66
<i>Tabla 4: Requerimientos Funcionales</i>	67
<i>Tabla 5: Requerimientos no Funcionales</i>	67
<i>Tabla 6: Historia de Usuario 1</i>	71
<i>Tabla 7: Historia de Usuario 2</i>	71
<i>Tabla 8: Historia de Usuario 3</i>	72
<i>Tabla 9: Historia de Usuario 4</i>	72
<i>Tabla 10: Iteraciones y tareas a realizar</i>	74
<i>Tabla 11: Prueba de Aceptación 1</i>	77
<i>Tabla 12: Prueba de Aceptación 2</i>	88
<i>Tabla 13: Prueba de Aceptación 3</i>	91
<i>Tabla 14: Prueba de Aceptación 4</i>	92
<i>Tabla 15: Prueba de Funcionalidad</i>	94
<i>Tabla 16: Especificaciones de dispositivos móviles en los que se realizó Pruebas</i>	95
<i>Tabla 17: Descripción de medidas</i>	97
<i>Tabla 18: Resumen de evaluación a la funcionalidad de la aplicación</i>	98
<i>Tabla 19: Resumen de evaluación a la confiabilidad de la aplicación</i>	98
<i>Tabla 20: Resumen de evaluación a la usabilidad de la aplicación</i>	99
<i>Tabla 21: Resumen de evaluación a la eficiencia de la aplicación</i>	99
<i>Tabla 22: Resumen de evaluación al mantenimiento</i>	100
<i>Tabla 23: Resumen de evaluación a la portabilidad</i>	100
<i>Tabla 24: Resultados generales</i>	101
<i>Tabla 25: Escala de Likert de calificación</i>	102
<i>Tabla 26: Resultados dimensión Factibilidad de uso</i>	102
<i>Tabla 27: Resultados dimensión Utilidad percibida</i>	103
<i>Tabla 28: Resultados dimensión Actitud hacia el uso</i>	104
<i>Tabla 29: Resultados dimensión Intensión de utilizar</i>	105
<i>Tabla 30: Resultados dimensión Diseño</i>	106

ÍNDICE DE GRÁFICO

<i>Gráfico 1: Factibilidad de uso</i>	103
<i>Gráfico 2: Utilidad percibida</i>	104
<i>Gráfico 3: Actitud hacia al uso</i>	105
<i>Gráfico 4: Intención de utilizarla (IU)</i>	106
<i>Gráfico 5: Diseño</i>	107

CAPITULO I

1.MARCO INTRODUCTORIO

1.1. ANTECEDENTES

En el mundo desde el siglo XX el ser humano ha tomado conciencia sobre el cuidado y conservación del medio ambiente, es tanto que hoy en día tenemos entidades a nivel nacional e internacional que se dedican a este propósito utilizando diferentes métodos, entre ellos están la elaboración de normativas jurídicas, difusión, concientización y educación.

Uno de los aspectos que aborda esta temática medio ambientalista es el manejo de residuos inorgánicos en las unidades educativas.

Los Residuos Sólidos son aquellos subproductos originados en las actividades que se realizan en la vivienda, la oficina, el comercio y la industria (lo que se conoce comúnmente como basura) y están compuestos de residuos orgánicos, tales como sobras de comida, hojas y restos de jardín, papel, cartón, madera y, en general, materiales biodegradables; e inorgánicos, a saber, vidrio, plástico, metales, objetos de caucho, material inerte y otros. **(Angel, 2015)**

Los residuos inorgánicos son aquellos que provienen de minerales y productos sintéticos como plásticos, metales, vidrios, etc. Estos residuos tienen un tiempo de degradación o descomposición muy lenta o simplemente no se descomponen por lo que pueden generar problemas de contaminación si no son tratados adecuadamente y además generan un problema de volumen muy grande en los rellenos sanitarios.

Sin embargo estos residuos pueden aprovecharse en nuevos procesos productivos mediante sistemas de reciclaje. **(Sólidos, 2012)**

Dentro de nuestro país tenemos leyes sobre el medio ambiente que se encuentran dentro de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia y como también la ley de Educación Avelino Siñani.

Considerando las leyes que enmarcan en nuestro país es una obligación nacional tener conciencia sobre el manejo inadecuado de los residuos sólidos que generan una

problemática de contaminación ambiental y la propagación de enfermedades dentro de nuestra ciudad y en todo Bolivia, que se origina por la falta de conocimiento y concientización sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos, como se puede señalar según datos estadísticos obtenidos del año 2010 se generó 1.745.280 toneladas de residuos sólidos en las áreas urbanas y rurales (**Mamani, Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en Bolivia, 2010**). También, en el departamento de Pando se generó 6.697,22 toneladas de residuos sólidos, por lo consiguiente se puede observar que se tiene un gran índice de generación de residuos sólidos. (**Mamani, Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en el departamento de Pando, 2011**)

A continuación, se muestra trabajos realizados sobre el manejo de residuos sólidos.

En la Universidad Pontificia Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales (Bogota) año 2009, la autora Natalia Clelia López Rivera, realizó el trabajo de **Propuesta de programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cerete, Cereabastos – Córdoba**, obteniendo como conclusiones la implementación de estos proyectos; con llevaría la sensibilización de los actores principales de la problemática y la multiplicación formativa en otros contextos como el del hogar, el barrio, instituciones educativas y extenderlo finalmente a todo el municipio, fortalecimiento a la conformación de organizaciones comunitarias que ejercen la actividad de rescate y aprovechamiento de los residuos sólidos de la plaza y del municipio se convertiría en una solución a la problemática ambiental de residuos sólidos de CEREABASTOS y de Cereté; que lo que busca es mantener una ciudad limpia y libre de contaminación. (**Rivera, 2009**)

En la Escuela Superior politécnica de Chimborazo en la Facultad de Ciencias Químicas (Ecuador) año 2011, la autora Ana Piedad Yauli Laura realizó el trabajo de tesis sobre, **Manual para el manejo de desechos sólidos en la Unidad Educativa Darío Guevara, Parroquia Cunchibamba, Cantón**, obteniendo como conclusiones se tuvo la elaboración e implementación de un manual de manejo de desechos sólidos,

para la Unidad Educativa, también se concienso a los actores educativos sobre la importancia de mantener un ambiente sano y limpio mejorando el manejo de los desechos sólidos en la Unidad Educativa Darío Guevara, a través de la capacitación de los involucrados. **(Laura, 2011)**

En la Universidad de la Costa CUC Facultad de Ciencia Ambientales (Colombia) año 2013, el autor Juan Andrés Rojano Sierra realizo el trabajo de grado de **Propuesta metodológica para el manejo adecuado de residuos sólidos en educación básica primaria de la escuela normal superior la Hacienda de Barranquilla**, obteniendo como conclusiones la utilización de herramientas didácticas para fomentar la educación ambiental en los niños de educación básica primaria, siendo muy útil e importante. Debido a que los estudiantes se interesan más por las clases y temas ambientales que se desarrollan en la institución, además que aprenden jugando y estando en contacto con la naturaleza que los rodea, donde los niños ponen en práctica los conceptos aprendidos en las charlas ambientales y en las diferentes actividades que tiene la cartilla ambiental diseñada, las cuales están relacionadas con la realidad que viven a diario. **(Sierra, 2013)**

A continuación, se muestra trabajos realizados con tecnologías de información y comunicación como la realidad aumentada en el ámbito de la educación.

En la Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de ciencias de la Computación (Chile) año 2011, el autor Juan Pablo Rodríguez Lomuscio, realizo como trabajo de grado **La realidad aumentada para el aprendizaje de ciencias en niños de educación general básica**, obteniendo como conclusión que se diseñó, desarrolló y evaluó una aplicación basada en Realidad Aumentada para apoyar el proceso de aprendizaje del Sistema Solar en alumnos de tercer año de educación general básica. El trabajo involucró además una evaluación preliminar de usabilidad y una segunda evaluación de usabilidad con la que fue posible obtener datos estadísticos. Se realizaron análisis tanto cuantitativos como cualitativos de las evaluaciones realizadas. **(Lomuscio, 2011)**

En el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Facultad de Ingeniería de informática Medellín (Colombia) año 2013, los autores Jennifer Cano Flórez y Maritza Franco Buriticá, realizaron como tema de tesis **Realidad aumentada aplicada a objetos de aprendizaje para asignaturas de ingeniería de informática**, obteniendo como conclusión que la Realidad Aumentada aplicada a Objetos de Aprendizaje genera un aporte importante a la educación, debido a que se puede mostrar de una forma dinámica los tópicos de algunas asignaturas y esto puede ser aplicable en cualquier contexto. **(Buriticá, 2013)**

En la Universidad Cesar Vallejo (Perú) el 2015, el autor Ordinola Alvares, Jonathan Santiago, realizaron como tema de tesis, **Libro interactivo de realidad aumentada para el proceso de aprendizaje del organizador mundo físico en la unidad de explotación del universo en los alumnos de la sección "B" del 1er año de secundaria del colegio San José Obrero de la ciudad de Sullana**, obteniendo como conclusión que los libros de realidad aumentada permite a los alumnos a desarrollar en un nivel alto, las actividades de interés en los trabajos de investigación, así como el de planificar sus tareas para la obtención de aprendizajes esperados, captando su interés por aprender y cumplir sus tareas, tanto individuales como grupales. **(Ordinola Alvares, 2014)**

En la Universidad Politécnica de Valencia (España) en el año 2015, el autor Andrés Marcelo Calle Bustos, realizaron como tema de tesis, **Realidad Aumentada para educación en la alimentación**, obteniendo como conclusiones que el uso de Realidad Aumentada y la versatilidad de los dispositivos móviles contribuyen de manera significativa en el proceso de aprendizaje. Estas herramientas son piezas clave para contribuir y mejorar los procedimientos de enseñanzas actuales. **(Calle, 2015)**

En la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato (Ecuador) en el año 2015, el autor Ing. Lenin Eduardo Saguay Sanaguano, realizo la tesis de grado,

Desarrollo de material didáctico basado en realidad aumentada para la enseñanza de geometría en educación básica media, obteniendo como conclusión, que la utilización de realidad aumentada por los docentes ha reforzado la enseñanza de geometría, utilizando el material didáctico de una forma fácil dentro del salón de clases y obtenido resultados positivos en el estudiantado. (Sanaguano, 2015)

Después de haber realizado una investigación explorativa en Internet referente al tema de con realidad aumentada sobre manejo de residuos inorgánicos en Bolivia se pudo evidenciar que no hay trabajos similares que se hayan encarado o se estén por realizar por lo consiguiente se considera que este proyecto puede brindar un gran aporte a la educación y la concientización que se debe tener referente a la basura que contamina constantemente nuestro medio ambiente.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La creciente contaminación de la naturaleza tanto de origen natural como antropogénico constituyen en la actualidad la preocupación de las comunidades internacionales, quienes resaltaron que la Educación Ambiental, ya no debe tratar solo el estudio de la Naturaleza, sino el papel predominante que tiene el ser humano como originador y víctima de un ambiente deteriorado y violento.

La Comunidad Internacional reacciono por primera vez en 1972, con la realización de la conferencia de las Naciones Unidas, sobre el Medio Ambiente Humano, en Estocolmo Suecia, en la que se reconoció plenamente la importancia de la Educación Ambiental, como disciplina independiente y en 1975 se fundamenta el Programa Internacional de Educación Ambiental (PIEA de UNESCO - PNUMA).

En Bolivia se tiene leyes y normas emitidas por Organizaciones y Congresos Nacionales e Internacionales, no han permitido la suficiente concientización a la población en general sobre el cuidado y la educación del medio ambiente.

Se puede observar en nuestro país y en el departamento de Pando, el gran crecimiento de la población y el aumento de residuos inorgánicos generados por nosotros mismos,

por la falta de conciencia y educación. El problema de los residuos inorgánicos afecta a nuestras vidas y al medio ambiente.

El manejo inadecuado de residuos inorgánicos, surge por la falta de conocimiento y apoyo de materiales didáctico para el aprendizaje del manejo de residuos inorgánicos en la Unidad Educativa.

Las causas son el desconocimiento sobre la separación de residuos inorgánicos y pocas oportunidades de identificar fortalezas del alumno en el proceso de enseñanza aprendizaje sobre el manejo de residuos inorgánicos.

Estas causas generan como efectos: aumento de contaminación ambiental (suelos, aguas y aire), no se puede llevar acabo el reciclado de los residuos inorgánicos.

Los materiales didácticos son todos los medios y recursos reunidos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje. Suelen utilizarse dentro del ambiente educativo para facilitar la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas.

Con el apoyo de un material didáctico y el uso de aplicaciones móviles (App), para los estudiantes se puede contribuir en la enseñanza del manejo de residuos inorgánicos.

Planteamiento del problema

Con base en lo anterior, surge el siguiente problema:

Escaso material didáctico para estudiantes de cuarto de primaria de la Unidad Educativa José Manuel Pando de la ciudad de Cobija sobre el manejo de residuos inorgánicos con el uso de aplicaciones de dispositivos móviles (App).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil como guía interactiva sobre el manejo de residuos inorgánicos apoyado por la realidad aumentada, para estudiantes de cuarto primaria de la Unidad Educativa “José Manuel Pando”, utilizando la

Metodología Mobile-D, desarrollo de aplicaciones móviles bajo la plataforma Android.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Recabar información de fuentes primarias sobre el manejo de residuos inorgánicos.
- Sistematizar los contenidos específicos para obtener un texto de apoyo que servirá de guía sobre el manejo de residuos inorgánicos.
- Implementación de los marcadores y prototipos 3D para la guía interactiva utilizando Blender.
- Desarrollar la aplicación móvil con realidad aumentada utilizando Vuforia y Unity 3D
- Validar la aplicación móvil de RA utilizando la ISO/IEC 9126 y TAM.

1.4. ALCANCES

- La guía contendrá contenidos de los residuos inorgánicos entre los que componen papel, plásticos, metales y vidrio.
- El proyecto propone la incorporación de las TICs (Tecnologías de Información y Comunicación) en la educación como apoyo didáctico en el aprendizaje.
- La propuesta está orientada a los estudiantes del cuarto de primaria de la Unidad Educativa José Manuel Pando.
- La aplicación solo funcionara en dispositivos móviles con sistema operativo Android 4.0 en adelante.
- El usuario podrá interactuar con los objetos en 3D de la aplicación móvil de realidad aumentada.

1.5. METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para el desarrollo de la aplicación, se utilizó la Metodología Mobile-D, siendo una metodología establecida en prácticas ágiles como ser: eXtremeProgramming (XP), Crystal methodologies y Rational Unified Process (RUP). Lo cual consta de cinco fases las cuales son:

- **Fase Exploración**
- **Fase Inicialización**
- **Fase Producción**
- **Fase Estabilización**
- **Fase de Pruebas**

Herramientas Utilizadas

Hardware:

- **Computadora:** Una computadora con más de 2GB de memoria RAM para poder instalar los programas que se va a utilizar en el desarrollo del guía interactivo.
- **Dispositivo Móvil:** Un dispositivo móvil con cámara y con sistema operativo Android versión 2 en adelante para poder hacer las pruebas de la aplicación.
- **Impresora:** Una impresora para poder imprimir los marcadores de realidad aumentada.

Software:

- **Blender:** Es un software libre y Multiplataforma, para la creación de gráficos 3D, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, incluso la edición de vídeo y creación de juegos. (Roosendaal, 2016). Con esta herramienta vamos a diseñar los prototipos en 3D.
- **Vuforia:** Es un kit de desarrollo de software de Realidad Aumentada (SDK) para dispositivos móviles que permite la creación de aplicaciones de Realidad

Aumentada. Se utiliza la tecnología de visión por computador para reconocer y realizar un seguimiento de las imágenes planas (Image Targets) y objetos 3D simples, en tiempo real. Esta capacidad de registro de imágenes permite a los desarrolladores posicionar y orientar los objetos virtuales, como los modelos 3D y otros medios de comunicación, en relación con las imágenes del mundo real cuando éstos se ven a través de la cámara de un dispositivo móvil. **(Cruz, 2016)**. Con esta herramienta generaremos la base de datos con todos marcadores para la guía interactiva.

- **Unity:** Es un motor de desarrollo para la creación de juegos y contenidos 3D interactivos, con las características que es completamente integrado y que ofrece innumerables funcionalidades para facilitar el desarrollo de videojuegos. **(Luttecke, 2016)**. Con esta herramienta desarrollaremos la aplicación de realidad aumentada para dispositivos Android, utilizando los prototipos 3D ya diseñados.

CAPITULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO INSTITUCIONAL

2.1.1. Contexto Institucional de la Unidad Educativa

La unidad educativa “José Manuel Pando” nace el 01 de abril del 2004 gracias al crecimiento vegetativo y la migración de personas que viven del área rural y de otros departamentos del país. Con el único objetivo de impartir educación a quienes lo necesitan y que son el futuro del departamento; el mismo año se logró obtener un ítem administrativo con el cual es designado como director el Prof. Roberto Méndez Chaurara, de la misma manera llegaron los ítems de nueva creación para los docentes quienes estaban trabajando a honores. El 27 de julio del 2004 se hizo la entrega oficial de infraestructura física y el 12 de septiembre por primera vez el personal Docente – Administrativo y Estudiante ocupan los ambientes de nuestra anhelada escuela.

2.1.2. Misión

Somos la unidad educativa “José Manuel Pando” integrada por maestros y maestras, padres, madres de familia y estudiantes comprometidos con la labor educativa, que tiene como misión formar integralmente a niños y jóvenes con mentalidad creadora, solidaria productiva y crítica fortalecida en el desarrollo del pensamiento y educación en valores.

2.1.3. Visión

Ser una institución educativa en mejora continua, con altos estándares de calidad y servicio, que forme excelentes individuos reconocidos por sus principios, valores y conocimientos; para bien de nuestra sociedad.

2.2. MARCO LEGAL

2.2.1. La constitución política del Estado Plurinacional de Bolivia

La constitución política del Estado Plurinacional de Bolivia, en su Artículo 80, establece que la educación debe estar orientada a la conservación y protección del medio ambiente. El inciso primero señala:

“La educación tendrá como objetivo la formación integral de las personas y el fortalecimiento de la conciencia social crítica en la vida y para la vida. La educación estará orientada a la formación individual y colectiva; al desarrollo de competencias, aptitudes y habilidades físicas e intelectuales que vincule la teoría con la práctica productiva; a la conservación y protección del medio ambiente, la biodiversidad y el territorio para el vivir bien. Su regulación y cumplimiento serán establecidos por la ley”.

2.2.2. La ley Medio Ambiente N° 1333

La ley Medio Ambiente N° 1333 establece que la política del medio ambiente debe contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, siendo una de sus bases la incorporación de la Educación Ambiental Art. 5°.

Asimismo, señala en su Título VII de la Educación Ambiental, artículo 82°

“El Ministerio de Educación y Cultura incorporará la temática ambiental con enfoque interdisciplinario y carácter obligatorio en los planes y programas en todos los grados niveles ciclos y modalidades de enseñanza del sistema educativo, así como de los Institutos Técnicos de formación, capacitación, y actualización docente, de acuerdo con la diversidad cultural y las necesidades de conservación del país”.

2.2.3. La ley de la educación Avelino Siñani – Elizardo Pérez

La ley de la educación Avelino Siñani – Elizardo Pérez en su artículo 4. (Fines de la educación) en su punto 11 nos menciona:

Impulsar la investigación científica y tecnológica asociada a la innovación y producción de conocimientos, como rector de lucha contra la pobreza, exclusión social y degradación del medio ambiente.

La ley de la educación Avelino Siñani – Elizardo Pérez en su artículo 5. (Objetivos de la educación) en su punto 12 nos menciona:

“Formar una conciencia productiva, comunitaria y ambiental en las y los estudiantes, fomentando la producción y consumo de productos ecológicos, con seguridad y soberanía alimentaria, conservando y protegiendo la biodiversidad, el territorio y la Madre Tierra, para Vivir Bien” **(Perez, 2010)**.

2.3. MARCO TEÓRICO

2.3.1. Residuos Sólidos

2.3.1.1. Definición de Residuos Sólidos

Son materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso que los generó, que pueden ser objeto de tratamiento y/o reciclaje.

2.3.1.2. Clasificación de Residuos Sólidos

En el marco del Reglamento en Gestión de Residuos Sólidos de la Ley de Medio Ambiente N° 1333, la clasificación de los residuos sólidos se realiza de acuerdo al siguiente cuadro:

Clasificación de los residuos sólidos por su procedencia naturaleza	
Residuos Domiciliarios	
Residuos Voluminosos	
Residuos Comerciales	
Residuos Procedentes de la Limpieza de Áreas Públicas	
Residuos Especiales	E.1 Vehículos y electrodomésticos desechados
	E.2 Neumáticos desechados
	E.3 Residuos Sanitarios No Peligrosos
	E.4 Animales muertos
	E.5 Escombros
	E.6 Jardinería
Residuos Industriales Asimilables a Domiciliarios	
Restos de Mataderos	
Lodos	
Residuos Agrícolas, Ganaderos Y Forestales	
Residuos Mineros y Metalúrgicos	
Residuos Peligrosos	

Tabla 1: Clasificación de los residuos sólidos por su procedencia naturaleza

Fuente: Ley de Medio Ambiente N° 1333, Reglamento de Residuos Sólidos

2.3.1.3. *Composición de los residuos sólidos*

La composición de los residuos sólidos, depende de su generación y describe en términos de porcentajes en masa, en base a humedad y contenidos, la materia orgánica, papel, cartón, plásticos, vidrios, metales, etc. Conocer dicha composición sirve para una serie de fines, entre los que se puede citar la formulación de estudios de mejoramiento del servicio de aseo, implementación del aprovechamiento, otros. En la siguiente figura, podemos observar la composición promedio. (VAPSB/DGGIRS, **Diagnostico de la Gestión de Residuos Sólidos, 2010**)

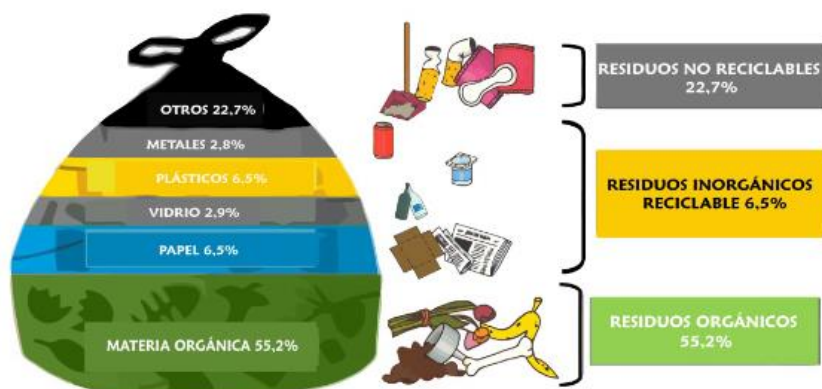


Figura 1: Composición de los Residuos Sólidos

Fuente: MMAyA/VAPSB/DGGIRS/2012

2.3.2. Residuos sólidos inorgánicos

2.3.2.1. *Definición de residuos sólidos inorgánicos*

Los residuos inorgánicos son aquellos residuos que provienen de minerales y productos sintéticos como plásticos, metales, vidrios, etc. Estos residuos tienen un tiempo de degradación o descomposición muy lenta o simplemente no se descomponen por lo que pueden generar problemas de contaminación si no son tratados adecuadamente y además generan un problema de volumen

muy grande en los rellenos sanitarios. Sin embargo, estos residuos pueden aprovecharse en nuevos procesos productivos mediante sistemas de reciclaje.

2.3.2.2. Composición de los residuos inorgánicos

- **Papel y cartón:** Son todos los residuos que contengan celulosa o fibra vegetal, como los diarios, las revistas, cuadernos, cajas de cartón, hojas blancas y de color, como los más importantes, los cuales presentan diferentes características en función de su composición y uso.
- **Plásticos:** Son todos los residuos que contengan moléculas de hidrocarburos monómeros los cuales han sido sometidos a tratamientos de polimerización para fabricar diferentes productos. Existen dos tipos de plásticos los termoplásticos y los termoestables. Los termoplásticos estas compuesto principalmente por el Polietileno de Tereftalato (PET), utilizado en botellas, envases alimenticios, etc.; Polietileno de Baja Densidad (PEBD), utilizado en envases flexibles de leche, jugos, bolsas de basura, laminas adhesivas, etc.; Polietileno de Alta Densidad (PEAD), utilizados para detergentes, productos alimenticios, juguetes, etc.
- **Vidrio:** Son todos los residuos cuyo contenido sea sílice y otros materiales como el borato y fosfato. Se clasifican según su uso, que puede ser domiciliario o industrial. Se clasifica como vidrio industrial aquellos que no son utilizados como envase para productos alimenticios sino para actividades de experimentación biológica, química, producción de vidrios planos, fibra óptica, bombillas, etc. Se clasifica como vidrio domiciliario cuando se emplea para almacenar

productos alimenticios. Desde el punto de vista comercial y de uso, pueden clasificarse de acuerdo a su color.

- **Metales:** Comprende los residuos de materiales o estructuras los cuales se clasifican de acuerdo a la presencia de hierro, pueden ser metales ferrosos y metales no ferrosos. Los metales no ferrosos, son aquellos que no contienen hierro como el aluminio, magnesio, cobre zinc, plomo y otros elementos metálicos o aleaciones no ferrosas como el bronce y latón. Los metales ferrosos son aquellos que contienen hierro como su componente principal, como el acero principalmente.

2.3.2.3. *Tiempo de vida de los residuos inorgánicos*

A continuación, se presenta una figura de residuos inorgánicos y el tiempo en que estos se biodegradan:

Tiempo de biodegradación de residuos inorgánicos	
	
Papel de 2 a 5 meses	Materiales de vidrio Indefinido (Aprox.4.000 años)



Figura 2: Tiempo de Biodegradación de Residuos Inorgánicos

Fuente: MMAyA

2.3.2.4. Peligros de los residuos inorgánicos

- **Salud:** El inadecuado manejo de los residuos inorgánicos también puede originar una serie de enfermedades que dañan la salud de la población como ser: enfermedades respiratorias, conjuntivitis, dengue y chikungunya, de forma directa o indirecta, por ser los residuos hábitat de animales, insectos y microorganismos cuando estos son dispuestos al ambiente sin control.



Figura 3: Ejemplo de plagas

Fuente: <http://bombonahistorica.blogspot.com/2014/05/enfermedades-causadas-por-la-basura.html>

- **Ambientales:** A continuación se refleja en las siguientes imágenes lo que ocasiona la acumulación de residuos inorgánicos afectando al medio ambiente:



Figura 4: Contaminación de aire por quemar Residuos Inorgánicos

Fuente: <https://cesarbolivia.wordpress.com/category/bolivia/>



Figura 5: Contaminación de Residuos Inorgánicos en la ciudad de La Paz

Fuente: http://www.la-razon.com/ciudades/Estalla-crisis-El_Alto-basura-calles_0_2712328756.html

2.3.2.5. *Selección en origen*

La selección en origen consiste en la separación de los residuos inorgánicos en el lugar donde se generan (domicilio, escuelas, negocios, industrias en otros), de acuerdo a las características de los residuos inorgánicos, así como ejemplo envases PET, vidrios, plásticos, papeles y cartones. Se trata de un proceso importante para obtener un residuo inorgánico libre de contaminación, incrementando su calidad y posibilidades de reciclaje.

Para la separación de los residuos inorgánicos, la NB 756 (Norma Boliviana) señala una serie de colores para los contenedores y papeleros dispuestos para la clasificación en origen, lo cuales son:

- Recipiente de color naranja, para envases PET
- Recipiente de color plomo, para botellas de vidrio,
- Recipiente de color amarillo, para pasticos,
- Recipiente de color azul, para papeles y cartones.

2.3.2.6. *Aprovechamiento de los residuos*

- **El reusó:** El reusó de los residuos inorgánicos consiste en aprovechar, dándole una nueva utilidad para otros fines. Por ejemplo: El reusó no requiere de procesos complicados, simplemente con utilizarlos en una nueva función o una parecida a la original, solo es necesario tener creatividad e imaginación como se muestra en la siguiente figura.

Ejemplos de Reusó de Residuos Inorgánicos



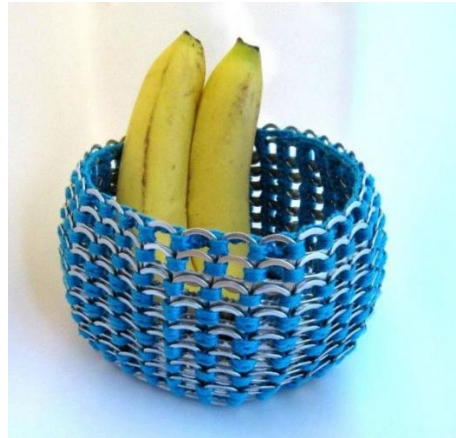
Reusó de papel y cartón



Reusó de botellas de vidrios



Reusó de Botellas PET



Reusó de anillas de las latas de refresco

Figura 6: Reusó de Residuos Inorgánicos

Fuente: Elaboración Propia

- **El clasificado:** El reciclado es aquel proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de

consumo, ya sea el mismo en que generado u otro diferente. Existen algunos materiales como el vidrio que pueden ser reciclados “indefinidamente”.

Residuos inorgánicos Reciclables y no Reciclables.	
Que se puede Reciclar	Que no se puede Reciclar
Papel y Cartón: Papel blanco, periódicos, revistas y libros, hojas sin plastificar, cartones y sobre y folders.	Pañales y servilletas desechables, papel de fax, curitas, papel plastificado
Vidrio: Frascos de alimentos, Botellas y vasos.	Parabrisas y faros, focos, lentes y espejos
Plásticos: Frascos, botellas, bolsas plásticas y bolsas de baja densidad	Bolsitas de frituras
Metales:	
Aluminio Puro: Latas de refresco o bebidas, conservas, utensilios de cocina, marcos de puertas y ventanas, partes de motor.	Papel aluminio, mezclas de aluminio con hierro o con cobre.
Aleaciones Ferrosas: Acero y Chatarra sin aluminio.	

Figura 7: Residuos Inorgánicos Reciclables y no Reciclables

Fuente: MMAyA

2.3.3. Sistemas operativo móviles

Un sistema operativo móvil o SO móvil, es un conjunto de programas de bajo nivel que permite la abstracción de las peculiaridades del hardware específico del teléfono móvil y provee servicios a las aplicaciones móviles, que se ejecutan sobre él. Al igual que los PCs que utilizan Windows o Linux, los dispositivos

móviles tienen sus sistemas operativos como Android, IOS entre otros. Los sistemas operativos móviles son mucho más simples y están más orientados a la conectividad inalámbrica, los formatos multimedia para móviles y las diferentes maneras de introducir información en ellos.

2.3.3.1. *Android*

Android es una plataforma de desarrollo libre, y de código abierto: El núcleo del sistema está basado en Linux (versión 2.6 para versiones anteriores a Android 4.0 Ice Cream Sandwich y versión 3.0 del kernel para posteriores) al que se le han hecho ciertas modificaciones para que puedan ejecutarse en teléfonos y terminales móviles. Las modificaciones se han realizado para adaptarlo a los menores recursos de los dispositivos móviles, que aunque cada vez son más potentes, no dejan de tener menos recursos que un ordenador de sobremesa. El hecho de ser gratuito y de código abierto, hace a los fabricantes de móviles puedan utilizarlo en sus nuevos terminales sin pagar licencias de uso, lo que abarata el precio final de venta al público y además pueden, sin ningún impedimento legal, ajustar aspectos que no cuadren con las expectativas de los clientes (tales como la interfaz gráfica en el caso de HTC con su Sense UI) ya que cualquiera puede acceder y modificarlo y distribuirlo nuevamente. (Lequerica, 2015)

2.3.3.2. *Características*

- Código abierto.
- Núcleo basado en el Kernel de Linux.
- Adaptable a muchas pantallas y resoluciones.
- Utiliza SQLite para el almacenamiento de datos.
- Ofrece diferentes formas de mensajería.
- Navegador web basado en WebKit incluido.
- Soporte de Java y muchos formatos multimedia.

- Soporte de HTML, HTML5, Adobe Flash Player, etc.
- Incluye un emulador de dispositivos, herramientas para depuración de memoria y análisis del rendimiento del software.
- Catálogo de aplicaciones gratuitas o pagas en el que pueden ser descargadas e instaladas (Google Play).
- Bluetooth.
- Google Talk desde su versión HoneyComb, para realizar video llamadas.
- Multitarea real de aplicaciones.

2.3.3.3. *Arquitectura*

La arquitectura de Android está formada por los siguientes componentes:

- **Aplicaciones:** incluyen un cliente de correo electrónico, programa de SMS, calendario, mapas, navegador, contactos y otros. Todas ellas escritas en Java.
- **Marco de trabajo de aplicaciones:** los desarrolladores tienen acceso completo a los mismos APIs del framework usados por las aplicaciones base. La arquitectura está diseñada para simplificar la reutilización de componentes; cualquier aplicación puede publicar sus capacidades y cualquier otra aplicación puede luego hacer uso de esas capacidades.
- **Bibliotecas:** incluye un conjunto de bibliotecas de C/C++ usadas por varios componentes del sistema.
- **Runtime de Android:** incluye un set de bibliotecas base que proporcionan la mayor parte de las funciones disponibles en las bibliotecas base del lenguaje Java. Cada aplicación Android corre su propio proceso, con su propia instancia de la máquina virtual Dalvik.
- **Núcleo Linux:** Android depende de Linux para los servicios base del sistema como seguridad, gestión de memoria, gestión de procesos, pila

de red y modelo de controladores. También actúa como capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software.

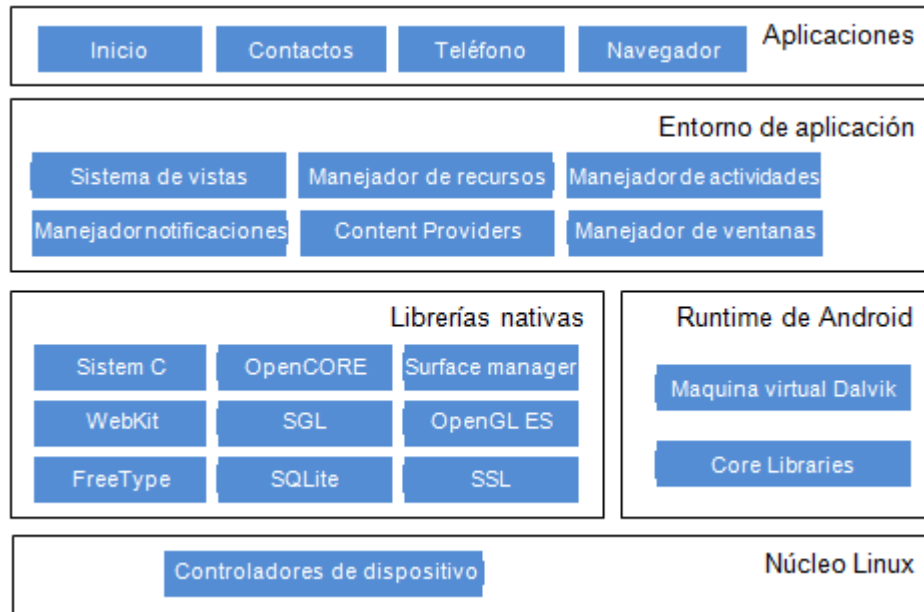


Figura 8: Arquitectura de Android

Fuente: <https://sites.google.com/site/pruebajoseog/arquitectura-de-android>

2.3.3.4. SDK Android


Un kit de desarrollo de software o SDK es generalmente un conjunto de herramientas de desarrollo de software que le permiten al programador o desarrollador de software crear aplicaciones para un sistema concreto, por ejemplo ciertos paquetes de software, frameworks, plataformas de hardware, computadoras, videoconsolas, sistemas operativos entre otros. Es una interfaz de programación de aplicaciones o API creada para permitir el uso de cierto lenguaje de programación, o puede, también, incluir hardware sofisticado para comunicarse con un determinado sistema embebido. Las herramientas de desarrollo de software más comunes incluyen soporte para la detección de errores de programación como un entorno de desarrollo integrado (IDE) y otras utilidades. Los SDK frecuentemente también incluyen códigos de

ejemplo y notas técnicas de soporte u otra documentación de soporte para ayudar a clasificar ciertos puntos de material de referencia primario.

(**Android Studio, 2017**)

2.3.3.5. *Versiones de Android*

A continuación se detallara las versiones de Android que han salido la fecha y descripción de su versión:

Nombre	Versión y Nivel de API	Mes y Año	Descripción
Android	1.0 Nivel de API 1	Septiembre 2008	La primera versión de Android. El primer equipo equipado con Adroid fue el HTC Dream, con las cuales venia el Android Market, aplicaciones de google, menú desplegable de notificaciones y un patrón de desbloqueo.
Android	1.1 Nivel de API 2	Febrero 2009	Fue más un parche para corregir los errores y agregar funcionalidades, desde aquí se notaría la preocupación de Google por su sistema operativo. Se añadieron funcionalidades de llamada en espera, guardar archivos adjuntos en correos y actualizaciones automáticas.
Cupcake 	1.5 Nivel de API 3	Abril 2009	Es la primera versión con algún usuario, se incorpora la posibilidad de teclado en pantalla con predicción de texto, así como la capacidad d grabación de audio y video. También aparecen los widgets escritorio,

			live folders y la incorporación para soporte de bluetooth estéreo.
Donut 	1.6 Nivel de API 4	Septiembre 2009	Donut trajo la información rápida. También plantaron las semillas para Android que viene en todas las formas y tamaños Android Market por su parte la mayoría de edad.
Eclair 	2.0 - 2.1 Nivel de API 5	Octubre 2009	Con Eclair pantallas de alta densidad mostraron fondos de pantalla en vivo impresionantes que responden a su tacto. Conducir en cualquier lugar con la navegación turn-by-turn y la información de tráfico en tiempo real, directamente desde su teléfono.
Froyo 	2.2 - 2.2.3 Nivel de API 7	Mayo 2010	Froyo dio a conocer la velocidad del rayo móviles que pueden ser controlados por el sonido de sus capacidades de voz y de punta de acceso aseguraron que está siempre conectado en cualquier lugar.
Gingerbread 	2.3 - 2.2.3 Nivel de API 9	Diciembre 2010	Pan de Gingerbread hizo la experiencia Android más simple y más rápido para los usuarios y desarrolladores. Gaming alcanzo nuevas alturas, duración de la batería duro más tiempo y apoyo NFC dio lugar a toda una nueva tecnología de aplicaciones.
Honeycomb 	3.0 - 3.2.6 Nivel de API 11-12-13	Febrero 2011	Honeycomb marco el comienzo de la era de las tabletas con un diseño de interfaz flexible que muestra imágenes grandes y sin problemas de navegación en pantalla.

<p>Ice Cream Sandwich</p> 	<p>4.0 - 4.0.4 Nivel de API 14-15</p>	<p>Octubre 2011</p>	<p>Ice Cream Sandwich subió la apuesta en la personalización y control de usuarios, adapte su pantalla de inicio, definir la cantidad de datos que utiliza y compatir instantáneamente el contenido cuando lo desee.</p>
<p>Jelly Bean</p> 	<p>4.1 - 4.3.1 Nivel de API 16-17-18</p>	<p>Julio 2012</p>	<p>Inteligencia impregno todas las facetas del Jelly Bean, que dio paso a la era de la asistencia móvil personalizada con Google Now. También hizo las notificaciones más accionables y permitió un dispositivo a trabajar para varias cuentas de usuario.</p>
<p>KitKat</p> 	<p>4.4 - 4.4.4 Nivel de API 19</p>	<p>Octubre 2013</p>	<p>Android KitKat ayudo a hacer las cosas con solo el sonido de su voz – acaba de decir “Ok Google” para iniciar la búsqueda de voz, enviar un texto, obtener direcciones o incluso reproducir una canción. Y cuando se está en las manos con el dispositivo, un nuevo diseño de inmersión trae su contenido al centro del escenario.</p>
<p>Lollipop</p> 	<p>5.0 - 5.1.1 Nivel de API 21-22</p>	<p>Noviembre 2014</p>	<p>Android llega a las pantallas grandes y pequeñas – desde teléfonos y tabletas a los relojes, televisores y automóviles. Piruleta tiene un estilo visual atrevido y la respuesta táctil fluida del diseño de materiales.</p>




<p>Marshmallow</p> 	<p>6.0 – 6.0.1 Nivel de API 23</p>	<p>Octubre 2015</p>	<p>Ahora hay más que gusto de su dispositivo móvil: fáciles accesos directos a las respuestas inteligentes con Now al tocar, duración de la batería que puede durar más tiempo y nuevos permisos de la aplicación que le dan más control.</p>
<p>Nougat</p> 	<p>7.0 – 7.1 Nivel de API 24-25</p>	<p>Julio 2016</p>	<p>Pantalla partida y funcionamiento simultáneo. Podamos generar accesos directos de funciones específicas de nuestras apps. Notificaciones agrupadas por aplicación. Podemos regular la intensidad del filtro. Pantalla.</p>
<p>Oreo</p> 	<p>8.0 – 8.1 Nivel de API 26-27</p>	<p>21 de agosto de 2017</p>	<p>Modo de imagen en imagen (picture in picture). Notificaciones personalizadas por aplicaciones. Nuevas jerarquías y colores en las notificaciones. Funciones de autocompletado. Wifi inteligente. Limitaciones para las apps en segundo plano.</p>

Tabla 2: Versiones de Android

Fuente: <http://www.androidcurso.com/index.php/tutoriales-android/31-unidad-1-vision-general-y-entorno-de-desarrollo/146-las-versiones-de-android-y-niveles-de-api> <https://www.android.com/history/>

2.3.3.6. *Android en el Internet y Mercado Mundial*

El sistema operativo Android tiene más presencia en internet y como era previsible, en el mes de marzo, Windows fue superado por Android como el sistema más usado en el mundo.

Los usuarios de internet prefieren concentrarse desde sus smartphones y otros dispositivos móviles. Y de estos dispositivos, la gran mayoría utiliza Android. Hace tiempo además, Apple se llevó una tajada del pastel con iOS, el sistema operativo del popular iPhone, dejando a Microsoft relegado con su Windows Mobile, el cual no tiene muchos seguidores. (Martinez, 2017)

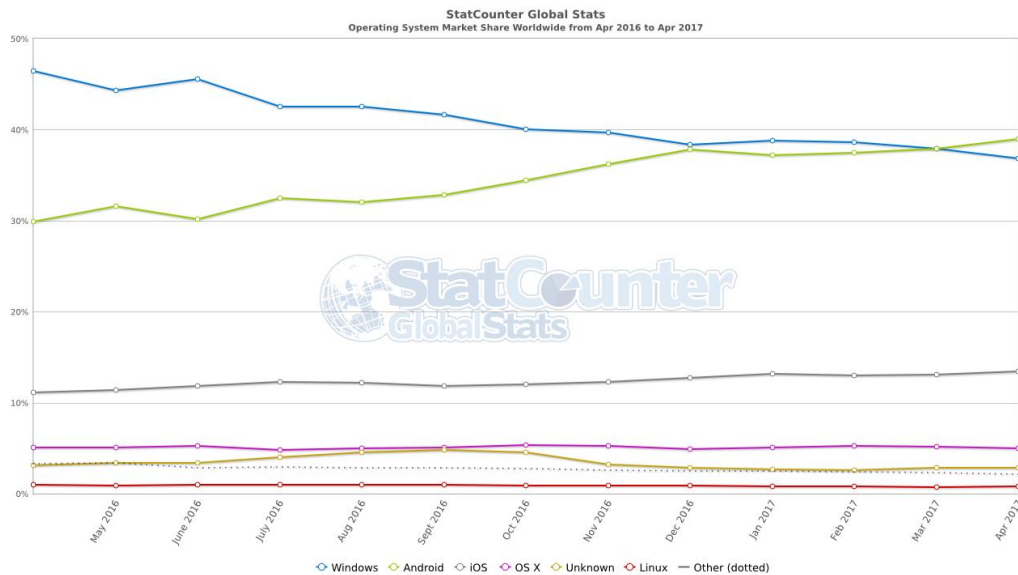


Figura 9: Cuota de mercado del sistema operativo en todo el mundo

Fuente: <http://gs.statcounter.com/os-market-share>

También Android tiene una mayor participación en el mercado de los sistemas operativos móviles en todo el mundo ganando a los demás en el mercado se muestra según datos estadísticos en la siguiente figura.

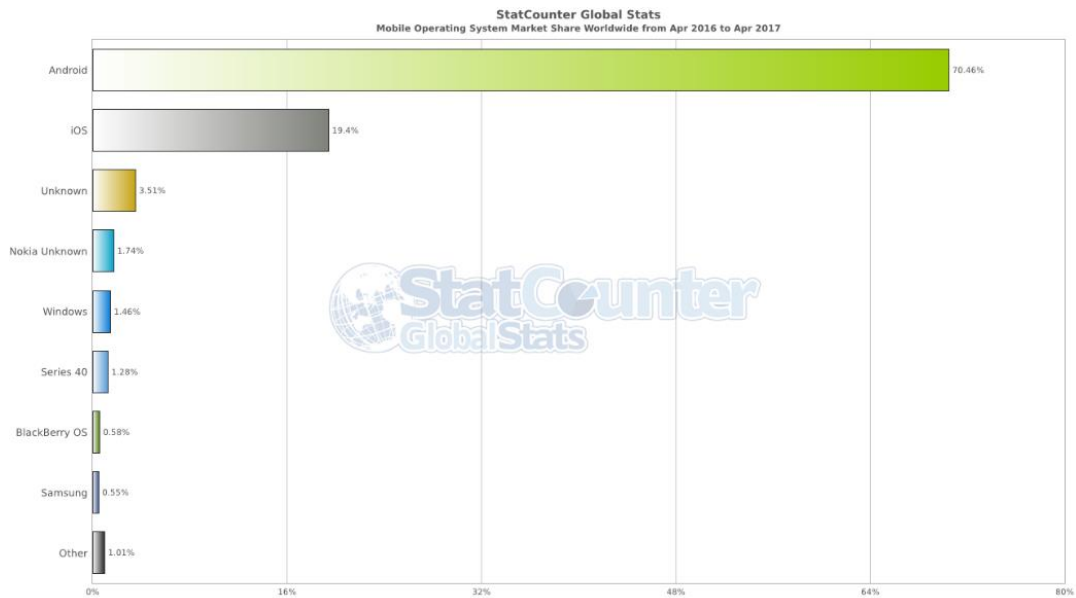


Figura 10: Cuota de mercado del sistema operativo en todo el mundo

Fuente: <http://gs.statcounter.com/os-market-share>

2.3.4. Aplicaciones móviles

Una aplicación móvil es un programa diseñado para ser ejecutado en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles que “permite visualizar, recoger y actualizar tu información geográfica en un dispositivo móvil como Tablet PC, sistemas montados en vehículos, teléfonos inteligentes de Windows, iPhone y iPad y dispositivos Android” (Quispe Alarcon, 2016).

Las aplicaciones están diseñadas para educar entretener o ayudar en la vida diaria a los usuarios, estas funcionalidades antes solo estaban disponibles en PC ahora pueden ser ejecutadas en los dispositivos móviles. Por general se encuentran disponibles a través de plataformas de distribución. A continuación se menciona una variedad de aplicaciones para dispositivos móviles:

- **Aplicaciones de sistema:** Estas aplicaciones estarán relacionadas al funcionamiento de nuestro terminal, como podrían ser compresores de archivos, seguridad del terminal, registro de llamadas, gestión de mensajes.
- **Aplicaciones ofimáticas:** Las aplicaciones ofimáticas son aquellas que permiten trabajar con documentos de texto, hojas de cálculo Excel, ficheros PDF, etc. Las más comunes son QuickOffice y Documents To Go, aunque son de pago.
- **Aplicaciones Web:** Para poder utilizar este tipo de aplicaciones hará falta una conexión de Internet en nuestro móvil. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones serían: el GPS, correo electrónico, Google Maps, navegadores Web.
- **Aplicaciones de conexión con las redes sociales:** Son Facebook, Twitter, whatsapp y otros.
- **Aplicaciones de accesibilidad:** Este tipo de aplicaciones facilitará el uso del terminal para personas con algún tipo de discapacidad. Ejemplos de este tipo de aplicaciones sería: reconocimiento de voz, reconocimiento de caracteres, lectura de texto, etc.
- **Existen otros tipos de aplicaciones:** Como las multimedia, los juegos en línea.

2.3.4.1. *Tipos de Aplicaciones Móviles*

Las aplicaciones móviles se encuentran en tiendas, por medio de las cuales son accedidas por el público que desee usarlas. Las plataformas de distribución de las aplicaciones móviles, se podrá encontrar de dos tipos, gratis y de pago. (Pimienta, 2014)

Existen 3 tipos de aplicaciones móviles, las cuales se clasifican, dependiendo de la forma en la cual funcionan y están desarrolladas.



Figura 11: Tipos de Aplicaciones

Fuente: <https://www.wishingwell.es/desarrollo-aplicaciones-moviles-apps>

- **Aplicaciones Nativas:** Las aplicaciones nativas son aquellas desarrolladas bajo un lenguaje y entorno de desarrollo específico, lo cual permite, que su funcionamiento sea muy fluido y estable para el sistema operativo que fue creada.
- **Aplicaciones Web:** Las aplicaciones web o web application. Son aquellas desarrolladas usando lenguajes para el desarrollo web como lo son html, css, javascript y framework para el desarrollo de aplicaciones web, como por ejemplo jquery mobile, Sencha, Kendo UI, entre otros. Se podría decir que este tipo de aplicaciones es muy usada para brindar accesibilidad a la información desde cualquier dispositivo, sin importar el sistema operativo, ya que solo se necesita contar con un navegador para acceder a esta.
- **Aplicaciones Híbridas:** Las aplicaciones híbridas, como su nombre lo indica tienen un poco de cada tipo de las aplicaciones ya nombradas. Este tipo de aplicaciones se desarrolla utilizando lenguajes de desarrollo web y un framework dedicado para la creación de aplicaciones híbridas, como por ejemplo phonegap, titanium appcelerator, Steroids, entre otros. La facilidad que brinda este tipo de desarrollo es que no hay un entorno específico el cual hay que

utilizar para su desarrollo y la mayoría de las herramientas son de uso gratuito, también pudiendo integrarlo con las herramientas de aplicaciones nativas.

2.3.5. Realidad aumentada

2.3.5.1. *Definición*

La expresión “Realidad Aumentada” – Augmented Reality en inglés y abreviada comúnmente con el acrónimo RA o AR. Se refiere a aquella tecnología capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real aumentado con información virtual.

Mediante esta tecnología, se puede incorporar contenido en forma de texto, imagen, audio, vídeo, modelos 3D, entre otros elementos, en la percepción del mundo real del usuario. Estos “aumentos” de la realidad pueden ayudar a mejorar el conocimiento del individuo y permitirle un mayor grado de comprensión sobre lo que sucede a su alrededor. (Alvarez, 2017)



Figura 12: Dispositivo con Realidad Aumentada

Fuente: Ing. Hiddekel Morrison 2016

Existen dos definiciones de realidad aumentada mayoritariamente aceptadas, por una parte la de Paul Milgram y Fumio Kishino y por otra la de Ronald Azuma.

Paul Milgram y Fumio Kishino definieron la realidad de Milgram-Virtuality Continuum en 1994 como una escala continua que va desde el entorno real hasta el entorno virtual. El área comprendida entre los dos extremos donde se combina lo real y lo virtual la denominaron Mixed Reality o Realidad Mixta.



Figura 13: Virtuality Continuum (Continuidad de Virtualidad)

Fuentes: Paul, M. y Fumio, K. (1994) *IEICE Transactions on Information Systems*.

Tal y como se muestra en la anterior figura, a medida que se avanza de izquierda a derecha aumentan los elementos virtuales que se agregan al entorno real. Sin embargo, si el desplazamiento se produce de derecha a izquierda aumentan los elementos reales que se agregan al entorno virtual

En resumen, la realidad aumentada nos permite la combinación del entorno físico y real con información del entorno virtual, esto con el fin de modificar la percepción física del usuario. **(Bello Rigueros, 2017)**

2.3.5.2. *Características generales de RA*

En 1997 Ronald Azuma, un líder en investigación sobre realidad aumentada, proporciona la definición para la realidad aumentada, el cual identifica tres características:

- **Combina mundo real y virtual:** La información digital es combinada con la realidad.
- **Interactivo en tiempo real:** La combinación de lo real y lo virtual se hace en tiempo real.
- **Alineación 3D:** En general la información aumentada se localiza o “registra” en el espacio. Para conservar la ilusión de ubicación real y virtual, ésta última tiende a conservar su ubicación o a moverse respecto a un punto de referencia en el mundo real

La combinación de estas tres características hace que la Realidad Aumentada sea muy interesante para el usuario ya que complementa y mejora su visión e interacción del mundo real con información que puede resultarle extremadamente útil a la hora de realizar ciertas tareas. De hecho la Realidad Aumentada es considerada como una forma de Amplificación de la Inteligencia que emplea el computador para facilitar el trabajo al usuario. **(Gonzales Morcillo, Vallejo Fernandez, & Albusac Jimenez, 2012)**

2.3.5.3. *Elementos necesario para el sistema de realidad aumentada*

Para que el sistema de Realidad Aumentada pueda funcionar, requiere de cuatro elementos: capturador, situación, procesador y el proyectar. Estos serán detallados a continuación:

1. **Elemento capturador:** Es el encargado de captar la imagen del mundo real e ingresarla al programa que será el encargado de procesarla. Este elemento es una cámara que de acuerdo a la aplicación que se esté desarrollando debe contar con requisitos básicos para su buen funcionamiento. No es necesario que esté integrado con los demás elementos en una sola pieza de hardware.



Figura 14: Dispositivo móvil con cámara

Fuente: <http://www.oelse.com/wordpress-2/que-dispositivo-movil-cuenta-con-la-mejor-camara>

2. **Elemento sobre el cual proyectar:** Se necesita de un elemento en el cual se pueda mostrar el resultado de lo hecho por el elemento procesador; este resultado es la mezcla de lo capturado del entorno real con los elementos virtuales agregados. Este elemento puede variar de acuerdo al sistema que se esté desarrollando, puede ser desde la pantalla de un dispositivo móvil.



Figura 15: Proyección de Realidad Aumentada

Fuente: <https://www.apuntoarquitectura.com/ikea-realidad-aumentada-permite-probar-sus-productos-en-tu-casa/>

- 3. Elemento procesador:** Sera el programa el cual es capaz de interpretar los datos de entrada del elemento capturador así como los elementos de situación, procesar esta información del mundo real, crear la información virtual y combinarlos de forma correcta. El elemento procesador debe contar con un módulo de reconocimiento de imágenes, orientación espacial y superposición de imágenes.



Figura 16: Stickers de AR en Google Pixel

Fuente: <https://es.digitaltrends.com/entretenimiento/mejores-aplicaciones-realidad-aumentada/>

4. Elementos de situación o activador: Son aquellos elementos que permiten posicionar la información virtual dentro de la realidad, por lo que cumplen una función importante dentro del sistema. Podemos clasificarlos en los siguientes la siguiente forma:

- **Marcadores:** El marcador nos indicara el lugar donde se debe ubicar la imagen virtual que se debe superponer sobre el plano real. Estos marcadores se almacenaran en una base de datos sea local o externa contra la cual se compara con lo obtenido por la cámara con el objetivo de tener una coincidencia, cada marcador lleva asociado algún tipo de información para mostrar.
- **GPS, Brújulas, acelerómetros:** Utilizan el GPS para obtener la posición geográfica del usuario, por medio del compás y el acelerómetro la orientación e inclinación del dispositivo, con esto se sabe hacia el lugar que está apuntando la cámara. Las imágenes virtuales que se proyectan están basadas en coordenadas de tal manera que si el dispositivo está apuntando hacia estas coordenadas se mostrará la imagen virtual con información asociada.
- **Reconocimientos de objetos:** Busca formas conocidas mediante la cámara debe ser contrastado con una base de datos para tener una coincidencia de formas y poder mostrar la información asociada



Figura 17: Activadores de Realidad Aumentada

Fuente: <https://www.mindomo.com/es/mindmap/realidad-aumentada-9d0919d334a04d9b978555cb8e271522>

2.3.5.4. Niveles de Realidad Aumentada

Para medir y clasificar las tecnologías involucradas en el desarrollo de los sistemas de realidad aumentada es necesario estipular unos niveles que permitan diferenciarlas aplicaciones de RA. Además de los elementos de hardware y software, son necesarios elementos activadores, estos elementos pueden ser marcadores, imágenes, objetos, códigos QR o puntos geolocalizados.

Según Lens-Fitzgerald el cofundador de Layar, uno de los navegadores de realidad aumentada más extendido en la actualidad, propone una clasificación en 4 niveles de acuerdo a su forma de trabajo, parámetros, sistemas de seguimiento y técnicas empleadas .

- **Nivel 0 RA basada en hipervínculos:** Este tipo de realidad aumentada, considerado como una realidad aumentada inicial o simple, posibilita enlazar el mundo físico con el mundo virtual a través de hipervínculos o hiperenlaces. Se basa principalmente en el uso códigos de barras UPC (Universal Product Code) y códigos QR (Quick Response). Dichos códigos solo sirven como hiperenlaces a otros contenidos, de manera que no existe registro alguno en 3D y el

contenido visualizado no sigue el movimiento del elemento activador.



Figura 18: Código de barras UPC (izquierda) y Código QR (derecha)

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_de_barras

- **Nivel 1 RA basada en marcadores:** Las aplicaciones de este nivel emplean marcadores o imágenes cuadrangulares y con dibujos esquemáticos en blanco y negro, habitualmente para el reconocimiento de patrones 2D. La realidad aumentada basada en marcadores es considerada, quizás, la forma más popular de realidad aumentada. Se emplean como marcadores unos símbolos impresos en papel sobre los que se superpone algún tipo de información digital como pueden ser objetos 3D, vídeos e imágenes cuando son reconocidos por el mismo software que crea los marcadores. Los marcadores están formados generalmente por un cuadrado de color negro con un diseño determinado en su interior que permite que se diferencien unos de otros.



Figura 19: Realidad Aumentada Basada en Marcador

Fuente: <https://dev.to/theninehertz/what-is-augmented-reality--types-of-ar-and-future-of-augmented-reality--1en0>

- **Nivel 2 RA basada en reconocimientos de objetos o imágenes:** En este nivel tal y como su nombre indica, se basa en el reconocimiento de elementos que actúan de activadores como objetos e imágenes. También se encuentra dentro de este nivel la geolocalización del usuario según su posición y orientación. En las aplicaciones de este nivel, cuando una imagen u objeto es reconocido, se desencadena la acción, superponiéndose en ese momento el contenido digital. La imagen captada por la cámara del smartphone es comparada con la imagen de referencia y si coinciden, se muestra el objeto virtual dentro del mundo real.



Figura 20: RA utilizando imágenes

Fuente: <http://realidadaumentadaperu.blogspot.com/2017/09/smartset-realidad-aumentada-basada-en.html>



Figura 21: RA utilizando geolocalizacion

Fuente: <https://www.ecoticias.com/tecnologia-verde/170271/Innovacion-Realidad-Aumentada>

- **Nivel 3 RA basada en visión aumentada:** Estaría representado por dispositivos como Google Glass, lentes de contacto de alta tecnología u otros que, en el futuro, serán capaces de ofrecer una experiencia completamente contextualizada, inmersiva y personal.



Figura 22: RA basado en visión aumentada Google Glass

Fuente: <https://www.engadget.com/es/2012/04/04/google-project-glass-el-futuro-mas-cerca-de-tu-retina-en-vida/>

2.3.5.5. *Cómo funciona la realidad aumentada*

El funcionamiento de la realidad aumentada en un dispositivo móvil y en un ordenador, en el que comparten una cámara, pantalla de visualización, procesador y un activador de Realidad Aumentada (targets, códigos QR).



Figura 23: Funcionamiento De la Realidad Aumentada

Fuente: (Obando Arcos, 2015)

2.3.5.6. *Áreas de aplicación de la Realidad Aumentada*

El gran avance de las tecnologías ha hecho posible lo que anteriormente solo se podía imaginar. Según TechNavio una empresa de artículos de investigación, la realidad aumentada tiene un prometedor futuro. Pronosticando para este un crecimiento de 132% entre 2014 y 2018.

En los últimos años se han desarrollado múltiples tecnologías que han sido útiles para el desarrollo de la realidad aumentada. Algunos ejemplos son: ARToolKit, ATOMIC Authoring Tool y Vuforia.

El avance que más ha contribuido a la realidad aumentada es la gran expansión de los dispositivos móviles. Con una gran capacidad de computo en la actualidad, una cámara y una pantalla donde interactuar con las imágenes que nos proyecta la aplicación. Se convierte en el dispositivo clave donde esta tecnología puede hacer su gran aparición.

Visto que la realidad aumentada tenía un gran futuro, las empresas están empezando a interesarse por esta tecnología por sus interminables aplicaciones aplicándola así en distintas Áreas:

- **Educación:** Podemos incluir en los libros las imágenes necesarias para permitirnos visualizar objetos en 3D desde un dispositivo móvil para así permitir explorar desde el cuerpo humano hasta los inventos más importantes de la historia. Ejemplo un cubo con marcadores donde podemos visualizar elementos en 3D. También nos permite escanear obras de arte, monumentos o edificios para mostrarnos una pequeña descripción o historia.

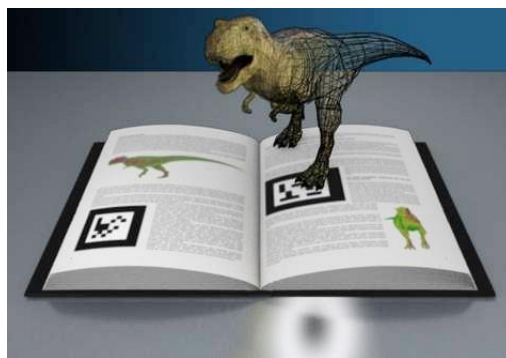


Figura 24: Ejemplo de libro con Realidad Aumentada

Fuente: <https://www.laimprentacg.com/la-realidad-aumentada-aplicada-a-la-edicion-de-libros-2/>

- **Entretención:** En el sector del entretenimiento se tiene una gran trayectoria en los últimos años, han salido a la luz distintas aplicaciones de RA, como también dispositivos de RA, a continuación se mencionara los más sobresalientes:
- **Dispositivos de RA:**
 - **Hololens:** Un dispositivo de la empresa Microsoft que consiste en unas gafas inalámbricas que nos proyecta delante de nosotros imágenes en 3D y podemos interactuar con ellas.



Figura 25: Hololens

Fuente: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>

- **Cascos de realidad virtual:** En este apartado tenemos actualmente tres empresas compitiendo por el mercado de la realidad virtual. Por una parte tenemos el Oculus Rift de la empresa Oculus VR, el HTC Vive de la empresa HC y por último PlayStation VR de Sony. Estos nos muestra el gran mercado que tiene la realidad virtual. Estos cascos se basan en poner una pantalla muy cercana a los ojos del usuario y eliminando todo el campo de visión.



Figura 26: Oculus Rift VR

Fuente: <https://www.oculus.com/>



Figura 27: HTC VR

Fuente: <http://www.enter.co/eventos/mwc/2016/el-htc-vive-se-une-a-la-carrera-de-realidad-virtual/>



Figura 28: PlayStation VR

Fuente: <https://www.playstation.com/es-es/explore/playstation-vr/>

- **Aplicaciones de RA:**

- **Invizimals:** Videojuego desarrollado por Novarama para la consola PSP. Se puede decir que ha sido el juego de realidad

aumentada que más se ha expandido en el momento en que salido. El juego incluye unas tarjetas donde enfocando la cámara podremos ver nuestras mascotas Invizimals y podemos interactuar con ellas.



Figura 29: Videojuego Invizimals

Fuente: <http://es.invizimals-tcg.com/>

- **Pokemon Go:** Es un juego de realidad aumentada de la empresa Niantic que ha revolucionado el mundo de los juegos de los dispositivos móviles haciendo que miles de personas salgan a la calle en buscar de pokemones para capturarlos mediante su Smartphone. PokemonGo cuenta con más de cuatro millones de descargas solo en PlayStore.



Figura 30: PokemonGo

Fuente: <http://www.pokemongo.com/>

- **Marketing:** El marketing y los procesos de venta son los ámbitos donde más se está aplicando en este momento la realidad aumentada. En relación al marketing, área en la que captar la atención es un elemento fundamental, las empresas ven la realidad aumentada como una forma de diferenciarse con respecto a la competencia, ofreciendo al usuario la posibilidad de acceder a experiencias visuales llamativas; en el ámbito de la venta, la gran ventaja que ofrece la realidad aumentada es la opción de comprobar el resultado de su compra sin necesidad de probar físicamente el producto, lo cual es ideal en entornos de venta por Internet.

Un ejemplo en el caso de la venta es el la tienda de ropa online Zugara, hace uso de la realidad aumentada para probarte ropas desde tu hogar y de manera online, siendo esto una ayuda bastante grande a la hora de comprar ropa por Internet.



Figura 31: Tienda de ropa online Zugara

Fuente: <https://venturebeat.com/2012/09/25/zugaras-virtual-dressing-rooms-take-the-x-factor-out-of-online-shopping/>

- **Psicología:** La superación de traumas puede ser a veces un tema delicado, un proceso largo y costoso. Pero la realidad aumentada una vez más nos sorprende con sus aplicaciones esta vez en el campo de la psicología. Al permitir mostrar cuerpos digitales en un entorno real podemos por ejemplo visualizar un miedo como puede ser a las cucarachas o arañas, en un entorno real así controlar como el paciente.



Figura 32: Nuevas herramientas TICs para tratamiento Psicológicos

Fuente: <https://nuevastecnologiasypsicologia.wordpress.com/2011/11/20/realidad-aumentada/>

2.3.6. Metodología Mobile-D

Mobile-D es una creación un tanto antigua, ya que se desarrolló como parte de un proyecto finlandés, ICAROS, allá por el año 2004. La metodología se creó en un periodo de intenso crecimiento en el terreno de las aplicaciones móviles. Por tanto, en ese momento no existían demasiados principios de desarrollo a los que acudir.

Los autores de Mobile-D apuntan a la necesidad de disponer de un ciclo de desarrollo muy rápido para equipos muy pequeños. De acuerdo con sus suposiciones, Mobile-D está pensado para grupos de nomás de 10 desarrolladores colaborando en un mismo espacio físico.

Mobile-D se basa en muchas otras soluciones conocidas y consolidadas: eXtreme Programming (XP), Crystal methodologies y Rational Unified Process (RUP). Los principios de programación extremase han reutilizado en lo que se refiere a las prácticas de desarrollo, las metodologías Crystal proporcionaron un input muy valiosos en términos de la escalabilidad de los métodos y el RUP es la base para el diseño completo del ciclo de vida. Fases de la metodología. **(Paco Blanco, 2009)**

Mobile-D consta de cinco fases: exploración, inicialización, producción, estabilización, y pruebas.

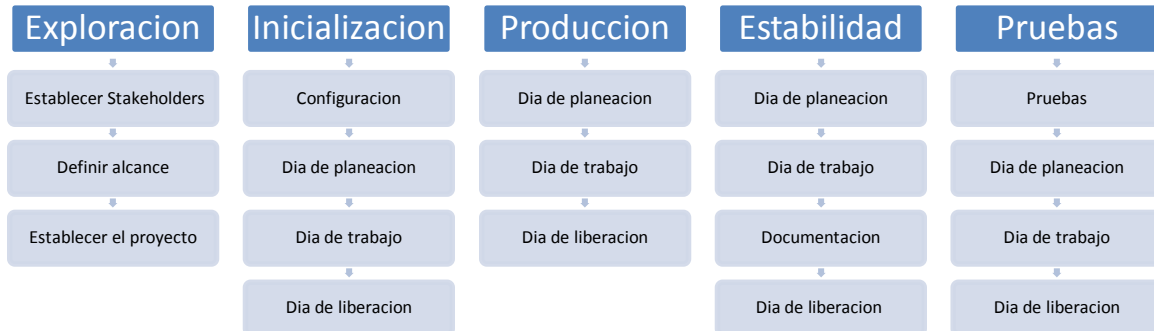


Figura 33: Ciclo de desarrollo Mobile-D

Fuentes: Agile Software Development Methodologies At Vtt Electronics, 2016

2.3.6.1. Fases de Mobile-D

- Fase de Exploración:** La fase de exploración, siendo ligeramente diferente del resto del proceso de producción, se dedica al establecimiento de un plan de proyecto y los conceptos básicos. Por lo tanto, se puede separar del ciclo principal de desarrollo (aunque no debería obviarse). Los autores de la metodología ponen además especial atención a la participación de los clientes en esta fase.
- Fase de Inicialización:** Durante la fase de inicialización, los desarrolladores preparan e identifican todos los recursos necesarios. Se preparan los planes para las siguientes fases y se establece el entorno técnico (incluyendo el entrenamiento del equipo de desarrollo). Los autores de Mobile-D afirman que su contribución al desarrollo ágil se centra fundamentalmente en esta fase, en la investigación de la línea arquitectónica. Esta acción se lleva a cabo durante el día de planificación. Los desarrolladores analizan el conocimiento y los patrones arquitectónicos utilizados en la empresa (extraídos de proyectos anteriores) y los relacionan con el proyecto

actual. Se agregan las observaciones, se identifican similitudes y se extraen soluciones viables para su aplicación en el proyecto. Finalmente, la metodología también contempla algunas funcionalidades nucleares que se desarrollan en esta fase, durante el día de trabajo.

- **Fase de Producción:** En la fase de "productización" se repite la programación de tres días (planificación-trabajo-liberación) se repite iterativamente hasta implementar todas las funcionalidades. Primero se planifica la iteración de trabajo en términos de requisitos y tareas a realizar. Se preparan las pruebas de la iteración de antemano (de ahí el nombre de esta técnica de Test-Driven Development, TDD). Las tareas se llevarán a cabo durante el día de trabajo, desarrollando e integrando el código con los repositorios existentes. Durante el último día se lleva a cabo la integración del sistema (en caso de que estuvieran trabajando varios equipos de forma independiente) seguida de las pruebas de aceptación.
- **Fase de Estabilidad:** En la fase de estabilización, se llevan a cabo las últimas acciones de integración para asegurar que el sistema completo funciona correctamente. Esta será la fase más importante en los proyectos multi-equipo con diferentes subsistemas desarrollados por equipos distintos. En esta fase, los desarrolladores realizarán tareas similares a las que debían desarrollar en la fase de "productización", aunque en este caso todo el esfuerzo se dirige a la integración del sistema. Adicionalmente se puede considerar en esta fase la producción de documentación.
- **Fase de Pruebas:** La última fase (prueba y reparación del sistema) tiene como meta la disponibilidad de una versión estable y plenamente funcional del sistema. El producto terminado e integrado se prueba con los requisitos de cliente y se eliminan todos los defectos encontrados.

2.3.7. Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

Es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. Captura decisiones y conocimientos sobre el sistema que se debe construir. Se usa para entender, diseñar, hojear, configurar, mantener, y controlar la información sobre tales sistemas. Está pensado para usarse con todos los métodos de desarrollo, etapas de ciclo de vida, dominios de aplicación y medios. El lenguaje de modelado pretende unificar la experiencia pasada sobre técnicas de modelado e incorporar las mejores prácticas actualmente en el acercamiento estándar.

2.3.7.1. Casos de Uso

La vista de los casos de uso modela la funcionalidad del sistema según lo perciben los usuario externos, llamados actores. Un caso de uso es una unidad coherente de funcionalidad, expresada como transacción entre los actores y el sistema, el propósito de la vista de casos de uso es enumerar a los actores y casos de uso, y demostrar que actores participan en cada caso de uso.

2.3.8. Modelo Vista Controlador (MVC)

El MVC o Modelo-Vista-Controlador es un patrón de arquitectura de software que, utilizando 3 componentes (Vistas, Modelos y Controladores) separa la lógica de la aplicación de la lógica de la vista en una aplicación. Es una arquitectura importante puesto que se utiliza tanto en componentes gráficos básicos hasta sistemas empresariales; la mayoría de los frameworks modernos utilizan MVC (o alguna adaptación del MVC) para la arquitectura, entre ellos podemos mencionar a Ruby on Rails, Django, AngularJS y muchos otros más. **(Hernandez, 2017)**

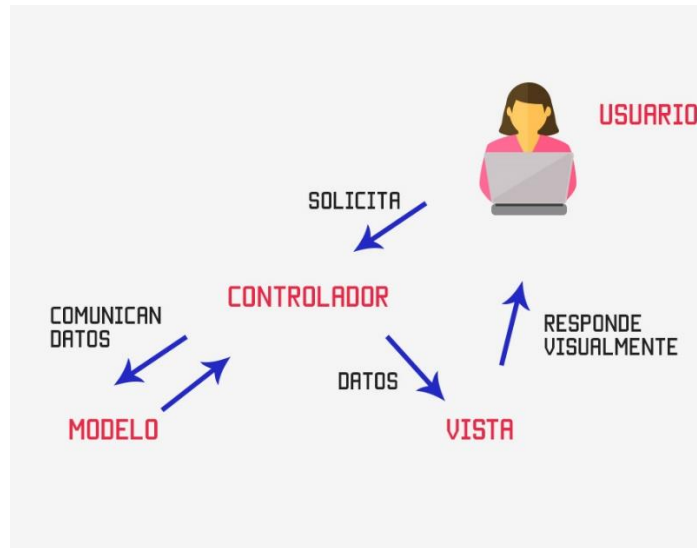


Figura 34: Arquitectura MVC

Fuente: (Hernandez, 2017)

- **Modelo:** Se encarga de los datos, generalmente (pero no obligatoriamente) consultando la base de datos. Actualizaciones, consultas, búsquedas, etc. todo eso va aquí, en el modelo.
- **Controlador:** Se encarga de controlar, recibe las órdenes del usuario y se encarga de solicitar los datos al modelo y de comunicárselos a la vista.
- **Vista:** Son la representación visual de los datos, todo lo que tenga que ver con la interfaz gráfica va aquí. Ni el modelo ni el controlador se preocupan de cómo se verán los datos, esa responsabilidad es únicamente de la vista.

2.3.9. Pruebas de Calidad de Software

Las pruebas son un elemento crítico para la calidad del software. La importancia de los costos asociados a los errores, promueve la definición y la aplicación de un proceso de pruebas minuciosas y bien planificadas. Estas permiten validar y verificar el software, entendiendo como validación al proceso externo del equipo de desarrollo que determina si el software satisface los requisitos, y

verificación como el proceso interno que determina si los productos de una fase determinan las condiciones de dicha fase. (Pressman, 2010)

Para la presente aplicación se utilizarlas pruebas de caja negra, también llamados prueba de comportamiento

2.3.9.1. *Pruebas de caja negra*

Se enfocan en los requerimientos funcionales del software, es decir las técnicas de caja negra le permiten derivar conjuntos de condicionales de entrada que revisaran por completo todos los requerimientos funcionales de un programa.

2.3.9.2. *ISO/IEC9126*

El estándar ISO 9126 se desarrolló con la intención de identificar los atributos clave del software. Este sistema identifica seis atributos clave de la calidad:

- **Funcionalidad:** Grado en el que el software satisface las necesidades planteadas según las establecen los atributos siguientes: adaptabilidad, exactitud, interoperabilidad, cumplimiento y seguridad.
- **Confiabilidad:** Cantidad de tiempo que el software se encuentra disponible para su uso, según lo indican los siguientes atributos: madurez, tolerancia a fallas y recuperación.
- **Usabilidad:** De facilidad de usar, según lo indican los siguientes subatributos: entendible, fácil de aprender y operable.
- **Facilidad de recibir mantenimiento:** Facilidad con la que pueden efectuarse reparaciones al software, según lo indican los atributos que siguen: analizable, cambiable, estable y susceptible de someterse a pruebas.

- **Eficiencia:** Grado en que el software emplea óptimamente los recursos del sistema, según lo indican los subatributos siguientes: comportamiento del tiempo y recursos.
- **Portabilidad:** Facilidad con la que el software puede llevarse de un ambiente a otro según lo indican los siguientes atributos: adaptable, instalable, conformidad y sustituible.

2.3.9.3. *Modelo de Aceptación Tecnológica*

Fred Davis propuso en 1989 el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM). Este modelo, que es una extensión de la Teoría de Acción Razonada (TRA) de Icek Ajzen y Martin Fishbein y de la Teoría del Comportamiento Planeado (TPB) de Icek Ajzen, es en la actualidad uno de los modelos más utilizados sobre la aceptación y uso de tecnología por parte de los usuarios. **(Robles, 2017)**

El modelo de aceptación tecnológica, TAM, desarrollado por Davis (1989), es el más aceptado por los estudiosos de las TIC, porque ha sido efectivo cuando se ha probado para predecir su uso.

Este modelo se utiliza para predecir el uso de las TIC, basándose en dos características principales:

1. Utilidad percibida (Perceived Usefulness).
2. Facilidad de uso percibida (Perceived Ease of Use)

La utilidad percibida (PU) se refiere al grado en que una persona cree que usando un sistema en particular mejorará su desempeño en el trabajo.

La facilidad de uso percibida (PEOU) señala hasta qué grado una persona cree que usando un sistema en particular realizará menos esfuerzo para desempeñar sus tareas.

Según Davis (1989), el propósito del TAM es explicar las causas de aceptación de las tecnologías por los usuarios. Ese modelo propone que las percepciones de un individuo en cuanto a la utilidad y la facilidad de uso percibidas de un sistema de información son concluyentes para determinar su intención de usar un sistema.

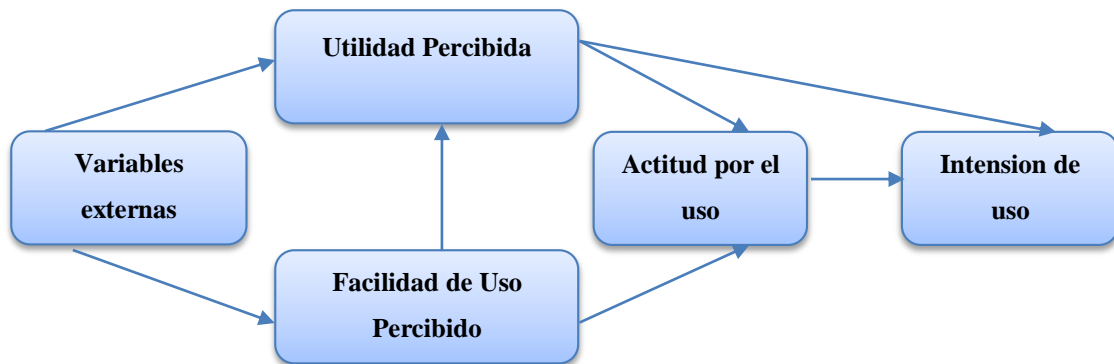


Figura 35: Modelo de Aceptación Tecnológica, TAM (Davis, 1989)

Fuente: Elaboración Propia

Dimensiones a evaluar:

- **Utilidad Percibida (UP)** Grado en que un alumno estima que el uso de la RA mejoraría su aprendizaje y sacaría mejores calificaciones.
- **Facilidad de uso (FU)** Grado en que el uso de la RA se percibe como fácil y no requiere grandes esfuerzos.
- **Actitud de uso (A)** Sentimiento positivo o negativo respecto al uso de la RA en clase.
- **Intensión de Uso (IU)** Grado en que el alumno formula planes para utilizar o no la RA en un futuro.

2.3.9.4. *Escala de Likert*

La escala de Likert es una de las herramientas más utilizadas por los investigadores de mercado cuando desean evaluar las opiniones y actitudes de una persona. Existen varios tipos de escalas de medición enfocadas directamente a medir las actitudes de las personas, entre ellas, una de las más utilizadas

El nombre de la escala, el cual tiene su origen debido al psicólogo Rensis Likert. Likert distinguió entre una escala apropiada, la cual emerge de las respuestas colectivas a un grupo de ítems (pueden ser 8 o más), y el formato en el cual las respuestas son puntuadas en un rango de valores.

La escala de Likert asume que la fuerza e intensidad de la experiencia es lineal, por lo tanto va desde un totalmente de acuerdo a un totalmente desacuerdo, asumiendo que las actitudes pueden ser medidas. Las respuestas pueden ser ofrecidas en diferentes niveles de medición, permitiendo escalas de 5, 7 y 9 elementos configurados previamente. Siempre se debe tener un elemento neutral para aquellos usuarios que ni de acuerdo ni en desacuerdo. (ARTIGAS, 2018)



Figura 36: Ejemplo de la Escala de Likert

Fuente: (ARTIGAS, 2018)

2.3.10. Herramientas utilizadas

2.3.10.1. Unity

Unity 3D es una herramienta para el desarrollo de videojuegos multiplataforma de la empresa Unity Technologies. Existen otras plataformas de desarrollo de videojuegos como UDK de Epic Games o CryEngine de CRYtek, pero lo que adelanta a Unity es multiplataforma. Unity viene con varias versiones, desde la versión gratuita hasta la versión PRO por 125\$ al mes. Esta última nos ofrece servicios exclusivos como soporte Premium, kits de assets o tutoriales. También nos ofrece una versión para empresas que nos permite obtener una configuración personalizada. (Barberá, 2016)

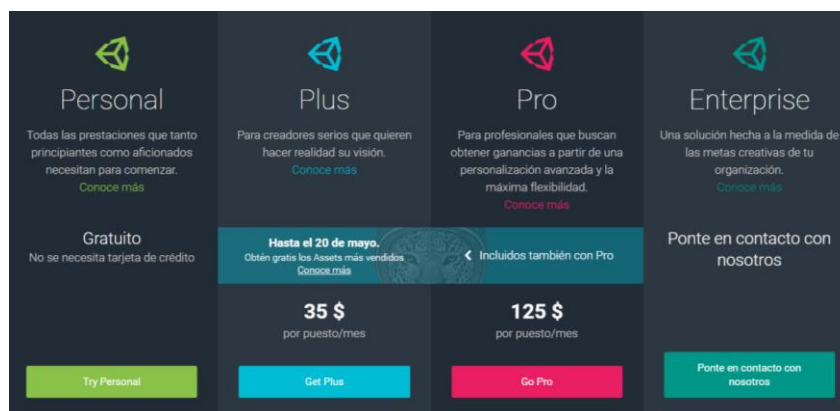


Figura 37: Precios de las versiones de Unity

Fuente: https://store.unity.com/es/?_ga=2.79083356.955819486.1495916372-233603058.1458663806

El motor de Unity nos permite desarrollar no solo videojuegos también nos permite desarrollar todo tipo de aplicaciones gráficas. También se ha incluido la opción de desarrollar aplicaciones móviles para Android o iOS y todas las plataformas más importantes de videojuegos actuales como Microsoft, Nintendo o Sony.

Otra de las ventajas de Unity es la Unity Store donde podemos encontrar recursos de todo tipo solamente con la creación de una cuenta en Unity. Donde podemos descargar muchos de ellos gratis. Esto hace que podamos realizar un

videojuego sin necesidad de saber modelado 3D y soporta archivos importados desde Photoshop, Fireworks, Autodesk, 3DS Max, Maya, Softimage, Blender, Zbrush, o Cinema 4D, entre otros.

Además de que Unity es mucho más popular entre los desarrolladores que cualquier otro software de desarrollo de juegos. La proporción de desarrolladores que confían en Unity como su herramienta de desarrollo principal y que utilizan Unity experimenta un crecimiento constante.

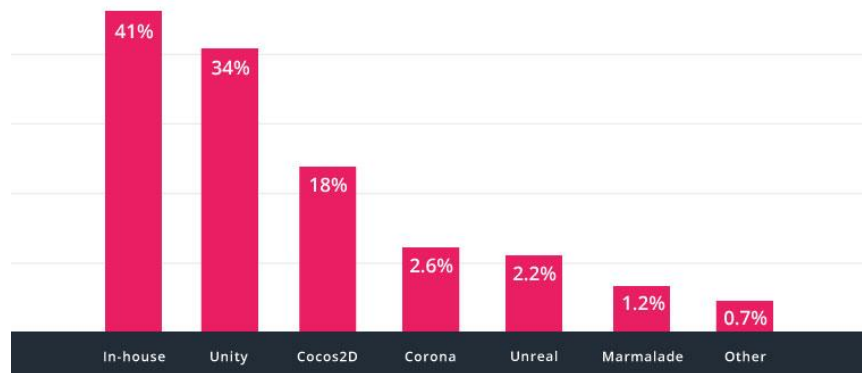


Figura 38: Motores de Desarrollo de Videojuegos 2016

Fuente: <https://unity3d.com/es/public-relations>

Elementos a utilizar en el desarrollo del proyecto en Unity:

- **Componentes de UI (Interfaz de Usuario) de Unity:** Para desarrollar las UI se utilizó los siguientes componentes, canvas, button, text, image y otros, dentro de las escenas del proyecto.
- **GameObjects:** Son uno de los elementos indispensables en el desarrollo de videojuegos con Unity, ya que representan cualquier objeto situado en las escenas del proyecto.
- **Los prefabs:** Son objetos reutilizables, y creados con una serie de características dentro de las vistas del proyecto, que serán instanciados en el en el proyecto cada vez que se estime oportuno y tantas veces como sea necesario.

- **MonoDevelop:** Es el ambiente de desarrollo integrado (IDE) proporcionado con Unity.
- **Lenguaje de programación:** C# (pronunciado C-sharp), un lenguaje de programación orientado a objetos, estándar de la industria similar a Java o C++

2.3.10.2. *Blender*

Blender es un software multiplataforma dedicado al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales. Por establecer una analogía, podemos decir que Blender es el Photoshop del modelado 3D.

Nació en 1993 integrando una serie de herramientas para la creación de contenidos en 2D y en 3D. En 2002 la compañía quebró y los acreedores decidieron ofrecerlo como un producto de código abierto y gratuito disponible bajo la licencia GNU GPL. En ese momento, los desarrolladores crearon Blender Foundation, una asociación sin ánimo de lucro para recoger donaciones con el fin de ofrecer un mantenimiento del producto. Esta decisión dio sus frutos y hoy en día es una de las aplicaciones Open Source más populares y utilizadas del mundo.



Figura 39: Blender

Fuente: <https://www.blender.org/>

Se trata de un conjunto de herramientas que permiten la creación y reproducción lineal y en tiempo real de contenidos 3D. Con ellas podemos realizar las siguientes funciones: modelado, renderizado, texturizado, animación, post-producción de audio y video, además de iluminación y creación de juegos. Esto último gracias al motor de juegos que incluye el programa Blender Game Engine, sumado al hecho de poder operar en multitud de plataformas, exportar en multitud de formatos y con un tamaño de descarga de archivos muy reducido.

2.3.10.3. *Vuforia*

Vuforia es un SDK desarrollado por Qualcomm, una empresa productora de chipsets para tecnología móvil. En 2010 la empresa lanzó algunas aplicaciones propias que hacían uso de tecnologías de RA, y finalmente ese mismo año anunció que ponía a disposición de los desarrolladores sus frameworks de desarrollo al que denominaron Vuforia. Está disponible para Android e iOS y se basa en el reconocimiento de imágenes basado en características especiales, por lo que también soporta marcadores naturales (targets) o RA sin marcadores. Además dispone de un plugin para interactuar con Unity 3D y ofrece la posibilidad de crear botones virtuales para ampliar las vías de interacción con el usuario. Una aplicación de RA basada en Vuforia estará integrada por los siguientes componentes fundamentales. (Mamolar, 2012)

- **Cámara:** Capta la imagen para que posterior esta sea procesada por el Tracker.
- **Base de Datos:** Almacena una serie de Targets para ser reconocidos por el Tracker. Se crea con el Target Manager y puede ser local o en la nube.
- **Target:** Se utilizan para permitir al Tracker el reconocimiento del mundo real, pueden ser diferentes tipos como Image Target o Word Target, entre otros.

- **Tracker:** Analiza la imagen de la cámara y así detecta los objetos del mundo real para buscar coincidencias en su base de datos.

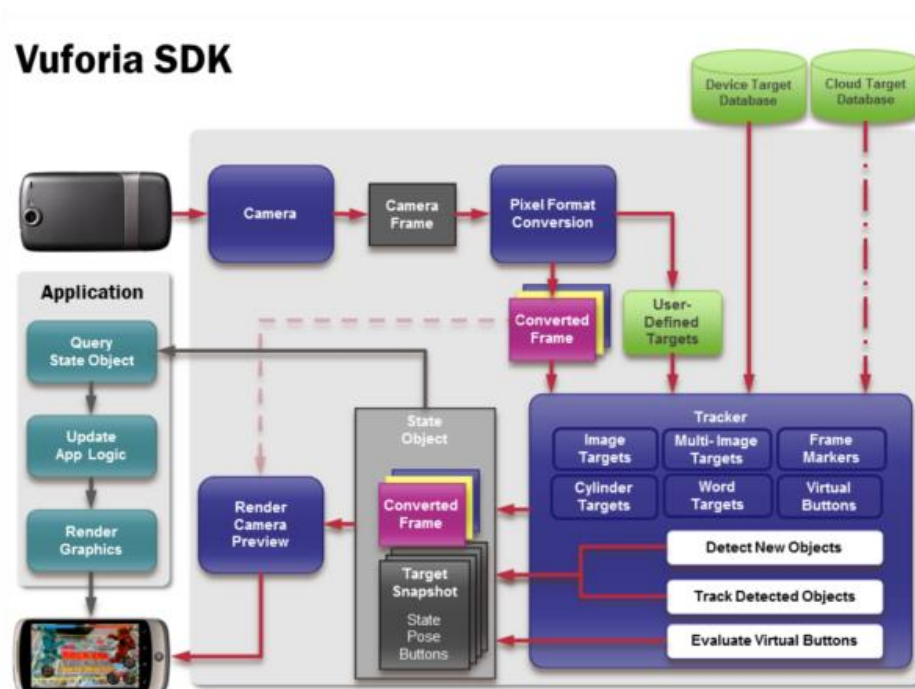


Figura 40: Arquitectura de Vuforia

Fuente: <http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.WyGOe9VKi00>

Una vez explicados los elementos de la arquitectura de Vuforia vamos a explicar brevemente los pasos que sigue para el reconocimiento de una imagen.

- Primero el dispositivo captura una escena mediante la cámara de vídeo.
- La SDK de Vuforia coge una imagen de las que componen el video y convierte esa imagen a una resolución que el Tracker pueda manejar.
- Mediante el Tracker Vuforia analiza la imagen y busca similitudes en los Targets de la base de datos.
- Por último la aplicación puede renderizar el objeto 3D en la pantalla del dispositivo móvil y de esta manera crear realidad aumentada.

CAPITULO III

3.MARCO APLICATIVO

3.1. INTRODUCCIÓN

EL objetivo del presente capítulo es de diseñar y desarrollar la aplicación móvil con realidad aumentada, como apoyo al aprendizaje sobre el manejo de Residuos Inorgánicos, para los estudiantes de cuarto de primario de la Unidad Educativa “José Manuel Pando”.

La metodología elegida para guiar el desarrollo de software es Mobile-D, el objetivo de este método es conseguir ciclos de desarrollo rápidos en equipos pequeños considerando también que la aplicación corresponde a un sistema de realidad aumentada se hará uso del SDK de Realidad Aumentada de Vuforia disponible para Android de Unity.

Vuforia cuenta con una extensión para Unity lo cual permite que la integración de ambas sea más flexible para la creación de proyectos basados en Realidad Aumentada. Por otra parte se utiliza Blender para la creación y uso de modelos 3D.

Mobile-D propone diferentes fases de desarrollo las cuales son:

- **Exploración**
- **Inicialización**
- **Producción**
- **Estabilización**
- **Pruebas**

3.2. EXPLORACIÓN

En la fase de exploración se realizara la planificación y establecimiento de la aplicación móvil, para realizar esta etapa, primeramente se define el alcance general de la aplicación, los involucrados en la aplicación, y posteriormente se define los requerimientos de la aplicación.

3.2.1. Establecimiento de Stakeholder

El Establecimiento de Stakeholders (Partes interesadas en la aplicación), tiene como objetivo identificar y establecer grupos de actores necesarios en diferentes tareas a lo largo del proyecto.

3.2.1.1. *Establecimiento de clientes*

Se identifica a la profesora y a los alumnos del cuarto de primaria como los principales actores, a quienes está dirigido el producto final.

Usuario	Descripción
Profesora	El usuario es quien podrá usar la aplicación móvil, como medio de aprendizaje didáctico sobre el manejo de residuos inorgánicos.
Estudiante	El usuario es quien podrá usar la aplicación móvil, como medio de aprendizaje didáctico sobre el manejo de residuos inorgánicos.

Tabla 3: Identificación de roles

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.2. *Establecimiento de grupo desarrollo*

El diseño y la construcción de la aplicación móvil con realidad aumentada, está desarrollado por el autor del presente proyecto de grado.

3.2.2. Definición de Alcance del proyecto

3.2.2.1. *Definición de Requerimientos*

En esta actividad se define los requerimientos principales para la aplicación se realizaron entrevistas con la profesora del curso de cuarto de primaria. Para la realización de la aplicación es necesario la especificación de requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales que son fundamentales para el buen funcionamiento de la aplicación:

a) Requerimientos Funcionales

Requerimientos Funcionales	
Requerimientos	Descripción
REQ01	La aplicación RA debe contar con modelos 3D de acuerdo con el contenido del tema principal.
REQ02	La aplicación RA debe ser capaz de reconocer los marcadores del texto guía de Manejo de Residuos Inorgánicos.
REQ03	La aplicación RA debe poder interactuar con los modelos 3D según los marcadores.
REQ04	La aplicación RA debe dar una información de cada modelo 3D, que aparece según su correspondiente marcador

Tabla 4: Requerimientos Funcionales

Fuente: Elaboracion Propia

b) Requerimientos no Funcionales

Requerimientos no Funcionales	
Requerimientos	Descripción
REQ-NF01	La aplicación debe ser fácil uso, con lo cual el usuario final podrá manipular la aplicación de manera correcta y adecuada
REQ-NF02	La aplicación debe ser compatible con otras plataformas Android desde la Versión 4.0 y ser compatible con distintos dispositivos móviles como Tablet y Smartphone
REQ-NF03	La aplicación debe tener una interfaz atractiva según al contenido para los usuarios finales
REQ-NF04	La aplicación deberá brindar un rendimiento y así no afectar los recursos de software y hardware

Tabla 5: Requerimientos no Funcionales

Fuente: Elaboracion Propia

En base a los requerimientos funcionales se ha podido identificar las siguientes pantallas a desarrollar las cuales son:

- Pantalla Inicio
- Pantalla de Reconocimiento del Texto Guía “Manejo de Residuos Inorgánicos”
- Pantalla de Información de características
- Pantalla de Créditos

3.2.3. Establecimiento del proyecto

En esta etapa se definió el entorno técnico y físico del proyecto.

3.2.3.1. *Requisitos de la aplicación*

Se mencionara los requisitos básicos para la aplicación desarrollada con realidad aumentada, los siguientes requisitos básicos son:

Software:

- Tecnología: Android
- Lenguaje de Programación: C#
- Librerías de Java: jdk 8.0
- IDE: Unity 2017.1
- SDK Vuforia 6.5.22
- Sistema Operativo: Android Versión 4.0 o superior

Hardware:

- Dispositivo móvil con cámara (S.O. Android)

3.3. INICIALIZACIÓN

En la fase de inicialización, los desarrolladores preparan e identifican todos los recursos necesarios. Se preparan los planes para las siguientes fases y se establece el entorno técnico (incluyendo el entrenamiento del equipo de desarrollo).

3.3.1. Configuración del Proyecto

3.3.1.1. Preparación del Ambiente:

- Instalación del jdk 8.0



Figura 41: Java JDK 8

Fuente: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk8-downloads-2133151.html>

- Instalación de Unity 2017.1 e incorporación del SDK Vuforia

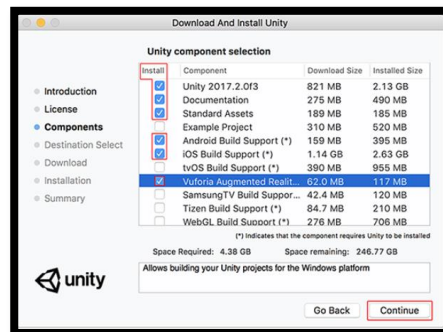


Figura 42: Instalación del soporte de Realidad Aumentada de Vuforia a través del Instalador de Unity

Fuente: Elaboración Propia

- Configuración de JDK 8 con Unity 2017.1

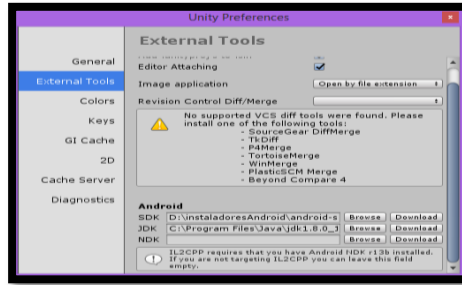


Figura 43: Configuración de JDK 8 en Unity 2017.1

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.2. Entrenamiento

El personal necesariamente debe conocer en un nivel intermedio las herramientas que se van a utilizar para el desarrollo de la aplicación móvil, por lo que para este proyecto han servido video tutoriales y manuales los cuales ayudaron a conocer mejor las herramientas anterior mente mencionadas en especial Unity 3D.

3.3.1.3. Establecer la comunicación con el cliente:

La comunicación es directamente con la profesora del cuarto básico de primaria de la Unidad Educativa José Manuel Pando, con la cual se lleva una entrevista por cada iteración de entrega, con el objetivo de revisar errores y mejorar, así se podrá cumplir con los requerimientos del cliente.

3.3.2. Planificación Inicial

3.3.2.1. Historias de usuarios

HISTORIA DE USUARIO	
Numero: 1	Usuario: Desarrollador
Nombre de historia: Pantalla de Inicio	
Prioridad en Negocio: Media (Alta/Media/Baja)	Iteración Asignada 1
Riesgo en Desarrollo: Media	Puntos Estimados: 1
Descripción:	

<p>La aplicación de contar con una pantalla de inicio donde muestre las opciones que tiene la aplicación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Botón de Iniciar RA - Botón de Créditos - Botón de Información
<p>Prueba Funcional: La funcionalidad es satisfactorio cuando se muestra la pantalla de inicio con las opciones anterior mente descriptas</p>
<p>Observaciones:</p>

Tabla 6: Historia de Usuario 1

Fuente: Elaboración Propia

HISTORIA DE USUARIO	
Numero: 2	Usuario: Desarrollador
Nombre de historia: Pantalla de Reconocimiento del Texto Guía “Manejo de Residuos Inorgánicos”	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta/Media/Baja)	Iteración Asignada 2
Riesgo en Desarrollo: Alta	Puntos Estimados: 6
<p>Descripción: La aplicación de poder reconocer los marcadores del texto guía</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debe generar los modelos 3d según el marcador - Debe generar los títulos de cada marcador - Cada título del marcador debe actuar como botón que nos dirección a la pantalla de características - Debe contar un botón de volver a la pantalla de inicio 	
<p>Prueba Funcional: La funcionalidad es satisfactoria cuando la aplicación reconoce los marcador del texto guía, genera los modelos 3D, visualiza los títulos de cada marcador y nos direcciona a la pantalla de característica.</p>	
<p>Observaciones:</p>	

Tabla 7: Historia de Usuario 2

Fuente: Elaboración Propia

HISTORIA DE USUARIO	
Numero: 3	Usuario: Desarrollador
Nombre de historia: Pantalla de Información de características	
Riesgo en Desarrollo: Media	Iteración Asignada 3
Prioridad en Negocio: Media	Puntos Estimados: 4

(Alta/Media/Baja)	
Descripción: La aplicación debe mostrar información sobre el objeto anterior mente detectado.	
Prueba Funcional: La funcionalidad es satisfactoria cuando la aplicación muestra las características del objeto reconocido.	
Observaciones:	

Tabla 8: Historia de Usuario 3

Fuente: Elaboración Propia

HISTORIA DE USUARIO	
Numero: 4	Usuario: Desarrollador
Nombre de historia: Pantalla de Créditos	
Prioridad en Negocio: Media (Alta/Media/Baja)	Iteración Asignada 4
Riesgo en Desarrollo: Media	Puntos Estimados: 1
Descripción: La aplicación debe mostrar los participantes del desarrollo de la aplicación y colaboradores.	
Prueba Funcional: La funcional es satisfactorio cuando la aplicación muestra información de los participantes del desarrollo de la aplicación y colaboradores	
Observaciones:	

Tabla 9: Historia de Usuario 4

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.2. Planteamiento de la Arquitectura

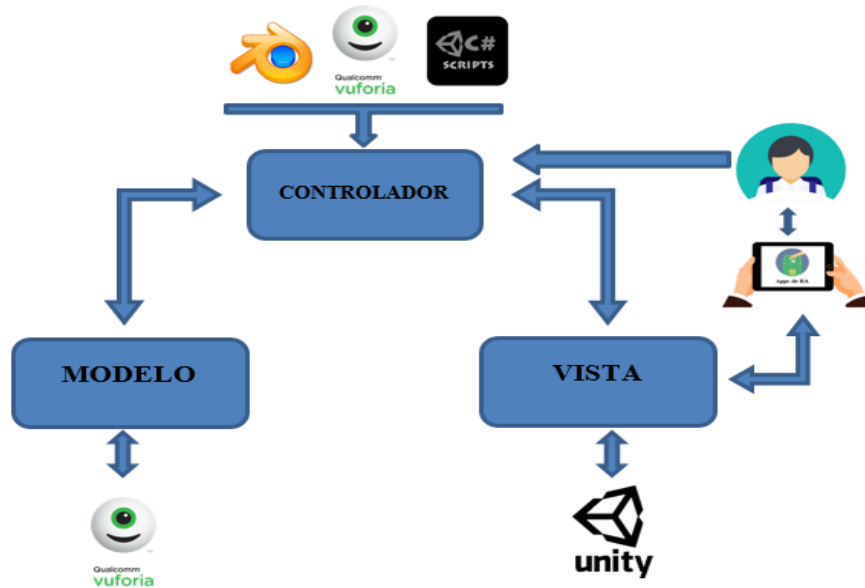


Figura 44: Arquitectura de la aplicación

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3. Día de Prueba

En este primer día lo que se realiza son las pruebas de las herramientas ya instaladas y que se encuentren funcionando correctamente para su posterior trabajo.

3.4. PRODUCCIÓN

3.4.1. Día de planificación de Desarrollo de la aplicación

Día de trabajo: dícese a los intervalos de desarrollo de la aplicación que desde ahora se denominara semanas de trabajo.

Una vez obtenido los requerimientos funcionales del usuario y haber desarrollado sus historias de usuario, en base a iteraciones se muestra a continuación la planificación.

Iteraciones	Tiempo Semanas	Historias de Usuarios	Tarea
1	1	Pantalla de Inicio	La aplicación de contar con una pantalla de inicio donde muestre las opciones que tiene la aplicación <ul style="list-style-type: none"> - Botón de Iniciar RA - Botón de Créditos Botón de Información
2	6	Pantalla de Reconocimiento del Texto Guía “Manejo de Residuos Inorgánicos”	La aplicación de poder reconocer los marcadores del texto guía <ul style="list-style-type: none"> - Debe generar los modelos 3d según el marcador - Debe generar los títulos de cada marcador - Cada título del marcador debe actuar como botón que nos dirección a la pantalla de características Debe contar un botón de volver a la pantalla de inicio
3	4	Pantalla de Información de características	La aplicación debe mostrar información sobre el objeto anterior mente detectado.
4	1	Pantalla de Créditos	La aplicación debe mostrar los participantes del desarrollo de la aplicación y colaboradores.

Tabla 10: Iteraciones y tareas a realizar

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. Día de trabajo

La tarea en este día de trabajo es terminar la primera iteración del aplicativo para llegar a obtener un producto que cumpla con los requerimientos propuestos en el día de planificación; los cuales se ven reflejados en los resultados siguientes.

3.4.3. Diagrama de clases

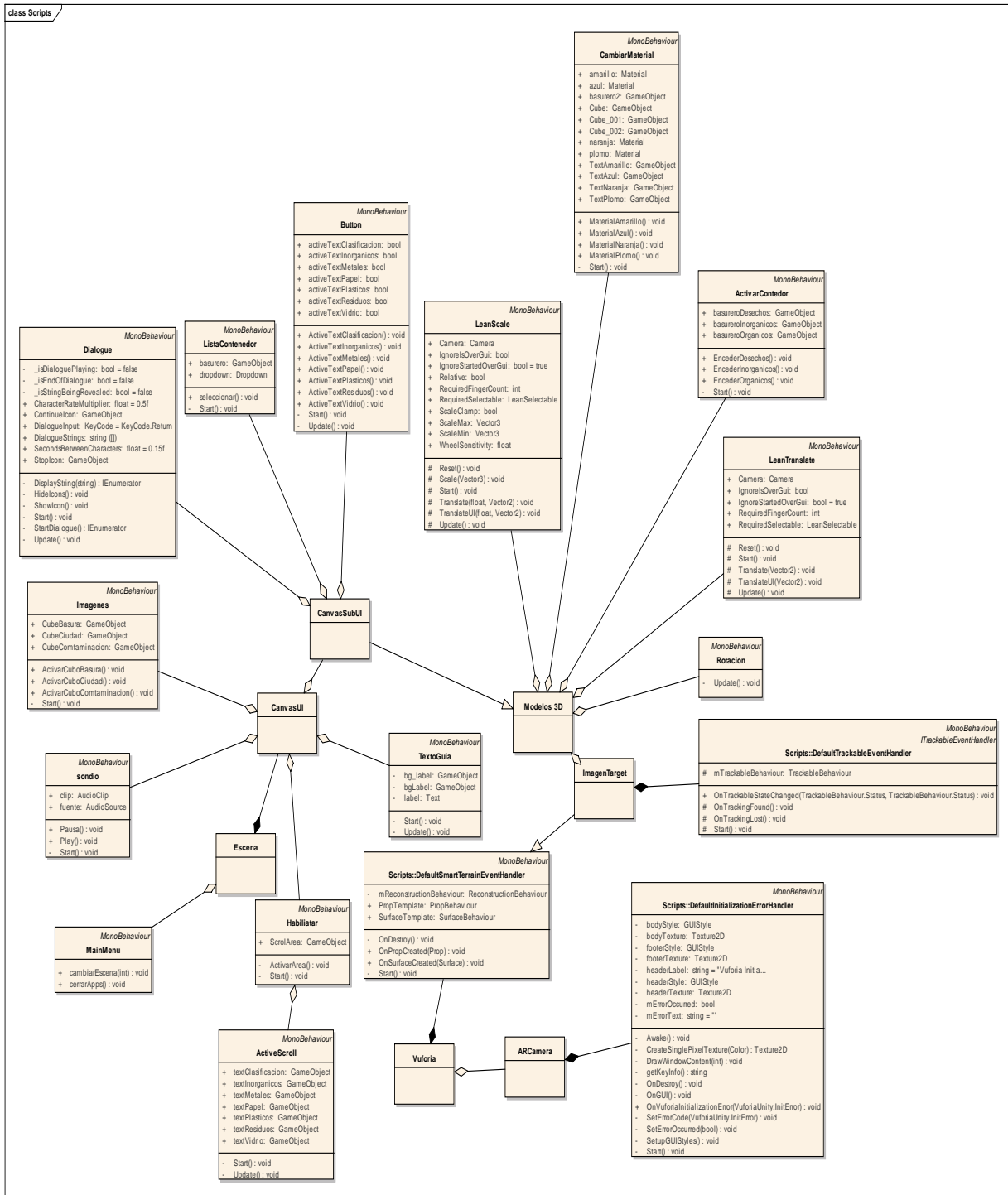


Figura 45: Diagrama de Clases de la aplicación móvil de RA

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.1. Iteración 1: Pantalla de Inicio

Para poder desarrollar la pantalla de inicio se realizó la siguiente tarea:

Diseño de la Interfaz Grafica

Se realizó el diseño de una interfaz para la pantalla principal de la aplicación de realidad aumentada, para lo cual se realizó los siguientes pasos:

- Implementación de los componentes UI de Unity (Canvas, Image, Button y Text).

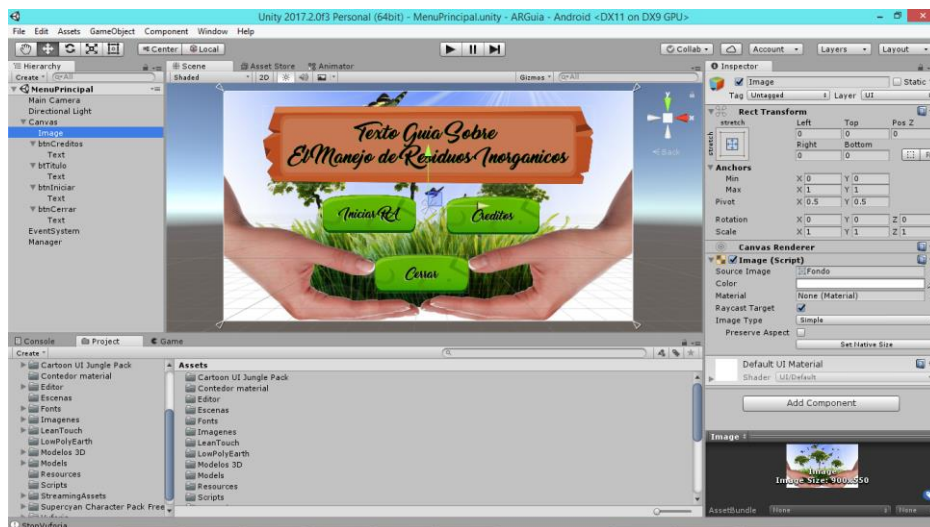


Figura 46: Pantalla de Inicio

Fuente: Elaboración Propia

Caso de Prueba de Aceptación

Código Caso de Prueba: 1

Numero de Historia de Usuario: 1

Descripción de Prueba:

La funcionalidad es satisfactorio cuando se muestra la pantalla de inicio con las opciones anteriormente descritas

Pre-Requisitos:

Pasos:

Inicializar la aplicación

Resultado esperado:

Visualización de la pantalla de inicio con sus respectivas opciones (botones).

Resultados obtenidos:

Se visualizó la pantalla de inicio con éxito.

Tabla 11: Prueba de Aceptación 1

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.2. Iteración 2: Pantalla de Reconocimiento del Texto Guía “Manejo de Residuos Inorgánicos”

Para poder desarrollar la pantalla de reconocimiento del texto guía se realizó las siguientes tareas:

Verificación de marcadores idóneos

Se realizó el diseño y uso de imágenes según a nuestra temática, los cuales posterior mente serán utilizados como nuestros marcadores para la aplicación móvil de RA, se realizó los siguientes pasos:

- Diseño y selección de imágenes.

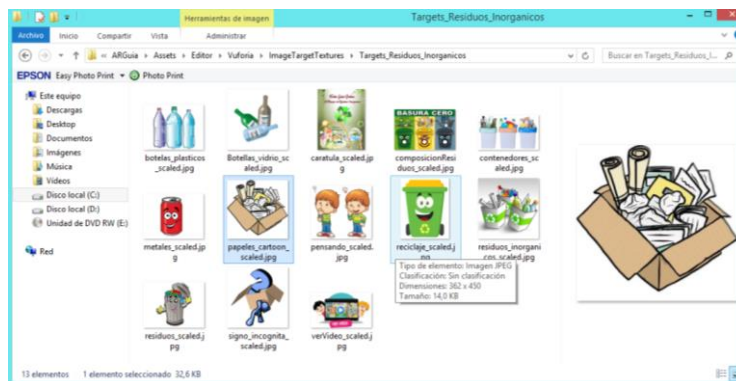
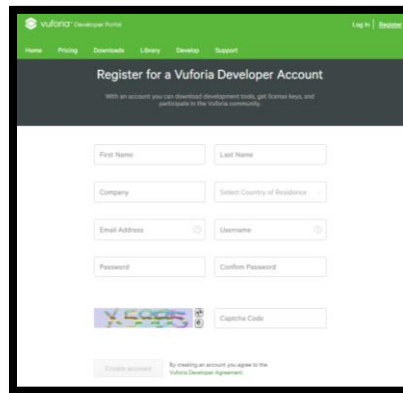


Figura 47: Imágenes

Fuente: Elaboración Propia

- Creación e iniciación de la base de datos en Vuforia: para poder crear nuestra base de datos tuvimos que ingresar a la página oficial de

<https://developer.vuforia.com/> en la cual debemos registrarnos para tener una cuenta de desarrollador de Vuforia.

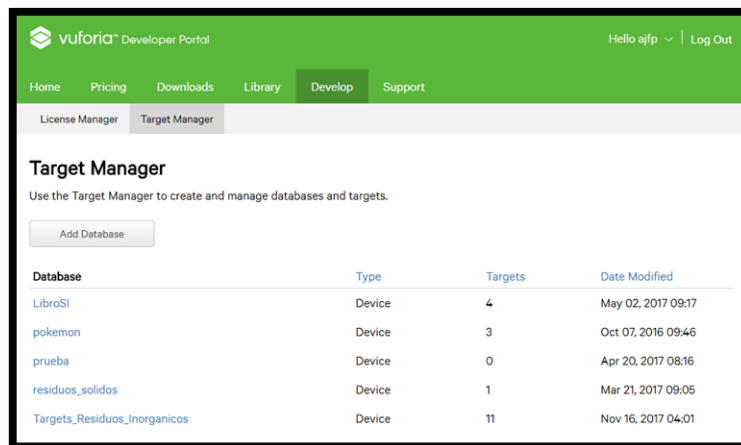


The image shows a registration form for a Vuforia Developer Account. The form is titled "Register for a Vuforia Developer Account" and includes the following fields: First Name, Last Name, Company, Select Country of Residence, Email Address, Username, Password, Confirm Password, and a Captcha Code. There is also a "Create account" button at the bottom.

Figura 48: Formulario de registro de Vuforia

Fuente: <https://developer.vuforia.com/vui/auth/register>

Iniciamos nuestra cuenta de desarrollador de Vuforia y hacemos clic en el botón **Develop** (Administrador), luego seleccionamos **Target Manager** (Administrador de objetivos) y hacemos clic en el botón **Add Database** (Agregar base de datos).



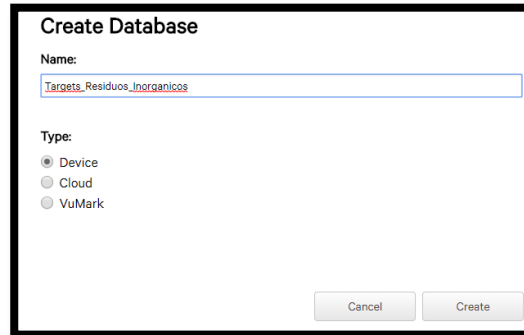
The image shows the Vuforia Developer Portal interface. The user is logged in as "Hello ajfp". The navigation menu includes Home, Pricing, Downloads, Library, **Develop**, and Support. Under the "Develop" menu, there are options for License Manager and **Target Manager**. The Target Manager page has a sub-header "Target Manager" and a description: "Use the Target Manager to create and manage databases and targets." There is an "Add Database" button. Below this is a table with the following data:

Database	Type	Targets	Date Modified
LibroSI	Device	4	May 02, 2017 09:17
pokemon	Device	3	Oct 07, 2016 09:46
prueba	Device	0	Apr 20, 2017 08:16
residuos_solidos	Device	1	Mar 21, 2017 09:05
Targets_Residuos_Inorganicos	Device	11	Nov 16, 2017 04:01

Figura 49: Creación de Base de Datos

Fuente: Elaboración Propia

Creación de la base de datos, escriba un nombre para su base de datos, seleccione Device (Dispositivo) en las opciones de Tipo, luego haga clic en el botón Crear.



Create Database

Name:
Targets_Residuos_Inorganicos

Type:

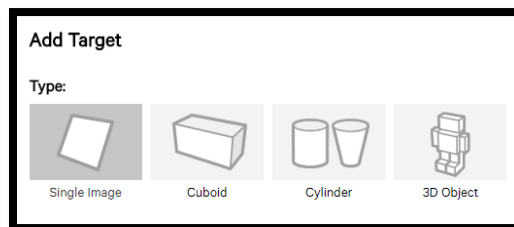
Device
 Cloud
 VuMark

Cancel Create

Figura 50: Selección de Tipo de base de Datos

Fuente: Elaboración Propia

- Selección de tipo de Target: (Agregar objetivo), donde posteriormente nos presentara las opciones para especificar detalles sobre el objetivo que desea agregar. Seleccionamos Single Image y agregamos nuestras imágenes que serán nuestros marcadores para la aplicación de RA.



Add Target

Type:

Single Image
 Cuboid
 Cylinder
 3D Object

Figura 51: Selección de tipo de Target

Fuente: Elaboración Propia

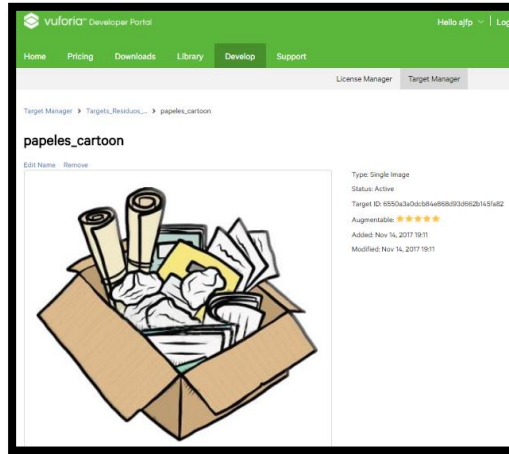


Figura 52: Imagen seleccionada como marcador

Fuente: Elaboración Propia

Prueba de marcadores en el sitio web Vuforia

El sitio web de Vuforia decidirá si nuestros marcadores son adecuadas para la implementación en la aplicación móvil de RA, Vuforia analiza los puntos de las imágenes y los clasifica con un número de estrellas de mayor a menor grado de aceptación, se recomienda que el grado de calificación sea de 4 a 5 estrellas como se observa en la siguiente figura.

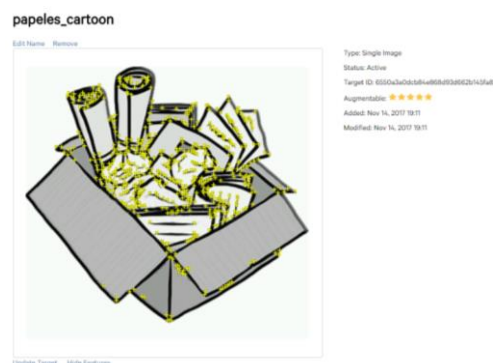


Figura 53: Calificación obtenida en el portal web de Vuforia

Fuente: Elaboración Propia

Una vez ingresado todas las imágenes a la base de datos y realizo su previa verificación, nos mostrara en una lista de todos los marcadores con su nombre

y con un valor de calificación representado por estrellas. Si la calificación es inferior a 4 estrellas, puede ser más difícil para la cámara rastrearla, si todos los marcadores tienen una buena calificación la imagen, será más óptimo la detección del marcador

Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
signo_inorganico	Single Image	★★★★★	Active	Nov 16, 2017 04:01
pasando	Single Image	★★★★★	Active	Nov 15, 2017 02:31
reciclage	Single Image	★★★★☆	Active	Nov 14, 2017 19:44
Botellas_vidrio	Single Image	★★★★☆	Active	Nov 14, 2017 19:27
residuos_inorganicos	Single Image	★★★★☆	Active	Nov 14, 2017 19:13
papeles_carbon	Single Image	★★★★★	Active	Nov 14, 2017 19:11
residuos	Single Image	★★★★★	Active	Nov 14, 2017 19:08
composicion/residuos	Single Image	★★★★★	Active	Nov 14, 2017 19:06
metales	Single Image	★★★★★	Active	Nov 14, 2017 19:03
botellos_plasticos	Single Image	★★★★☆	Active	Nov 14, 2017 19:02
verVideos	Single Image	★★★★★	Active	Nov 14, 2017 19:00

Figura 54: Lista de los marcadores verificados en la base de datos

Fuente: Elaboración Propia

Diseño y uso de modelos 3D en el software Blender

Se diseñó de los modelos en 3D como también se utilizó diseños prediseñados gratuitos de <https://www.blendswap.com/>, a continuación se muestra en la figura 48 el proceso de modelado 3D del recipiente de residuos inorgánicos (Modelado, Agregación de Material y Texto 3D).

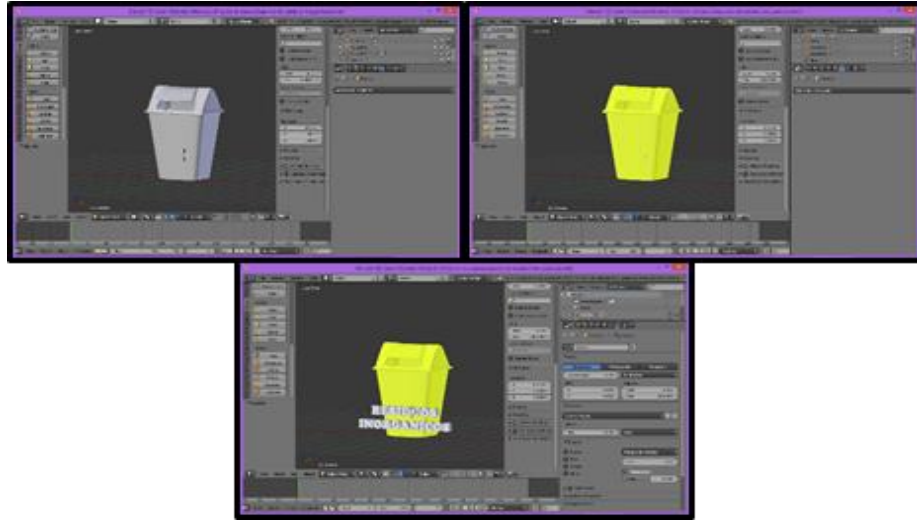


Figura 55: Diseño del recipiente de Residuos Inorgánicos

Fuente: Elaboración Propia

Reconocimiento de los marcadores a través de la aplicación móvil.

Para la aplicación de Realidad Aumentada los marcadores son elementos muy importantes en el desarrollo de la aplicación RA, que mediante la cámara principal del dispositivo móvil se determinará la posición y orientación de cada objeto para que posteriormente se visualice la información digital en el mundo real, se realizó los siguientes pasos.

- Importación y configuración de la base de datos Vuforia a Unity

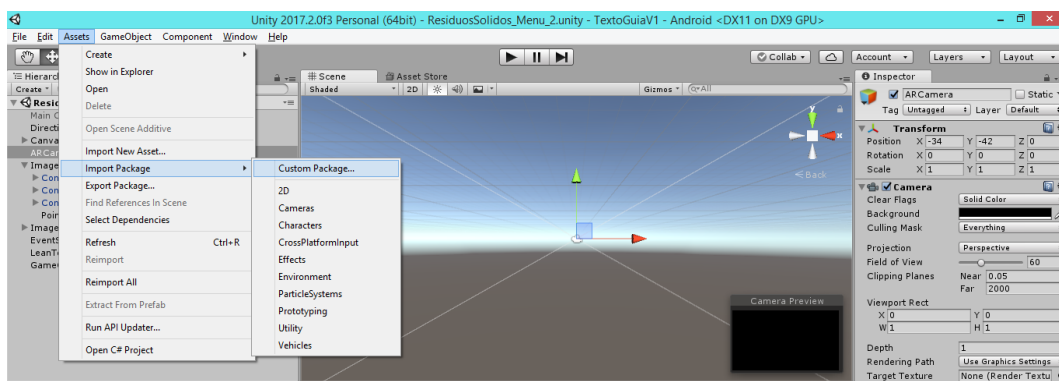


Figura 56: Importación de la Base de datos Vuforia a Unity

Fuente: Elaboración Propia

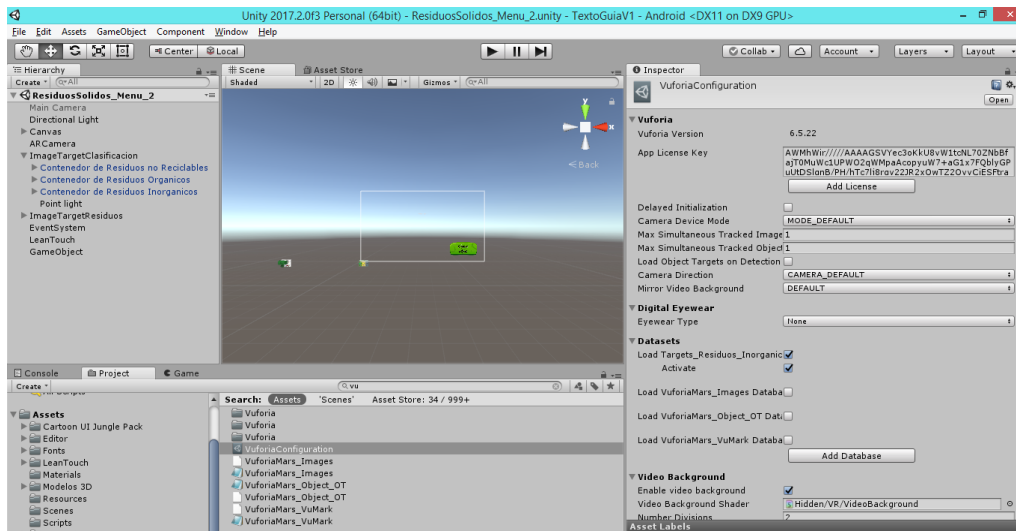


Figura 57: Configuración de Vuforia en Unity

Fuente: Elaboración Propia

Interacción con los modelos 3D

En la interacción con los modelos 3D, es donde se hace uso de la cámara del dispositivo móvil para enfocar a los marcadores que se encuentran en el Texto Guía, de esa manera poder visualizar los modelos 3D y ejecutar la interacción con los mismos.

- Para poder interactuar los botones con los modelos 3D del marcador ImageTarget_Clasificacion se añadió un segundo canvas, un título y tres botones, los cuales al presionar nos visualizara uno de los tres modelos 3D a la vez que contiene el marcador, como se muestra a continuación:

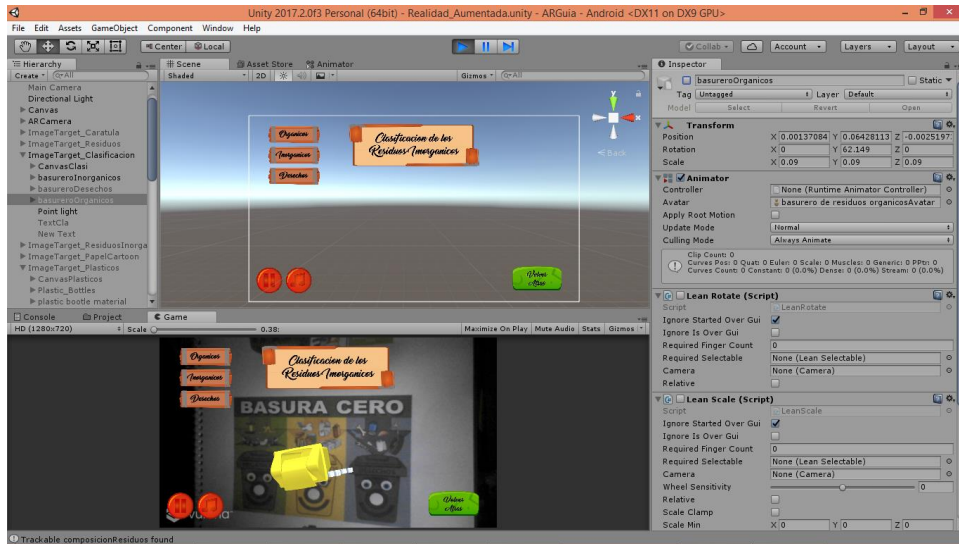


Figura 58: Pantalla de Reconocimiento del Texto Guía (Interacción con botones)

Fuente: Elaboración Propia

```

EarthSpinScrip x DefaultSmartT Rotacion.cs LeanTouch.cs
ActivarContedor ▶ No selection
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class ActivarContedor : MonoBehaviour {
6     //public GameObject basurero;
7     public GameObject basureroInorganicos;
8     public GameObject basureroDesechos;
9     public GameObject basureroOrganicos;
10
11     // Use this for initialization
12     void Start () {
13         // basurero.SetActive (false);
14         basureroInorganicos.SetActive (false);
15         basureroDesechos.SetActive (false);
16         basureroOrganicos.SetActive (false);
17     }
18
19     // Update is called once per frame
20     public void EncederInorganicos(){
21         basureroInorganicos.SetActive (true);
22         basureroDesechos.SetActive (false);
23         basureroOrganicos.SetActive (false);
24     }
25     public void EncederDesechos(){
26         basureroInorganicos.SetActive (false);
27         basureroDesechos.SetActive (true);
28         basureroOrganicos.SetActive (false);
29     }
30     public void EncederOrganicos(){
31         basureroInorganicos.SetActive (false);
32         basureroDesechos.SetActive (false);
33         basureroOrganicos.SetActive (true);
34     }
35 }
36 }
37
x This file has line endings (UNIX) which differ from

```

Figura 59: Código Fuente Activador Contenedor

Fuente: Elaboración Propia

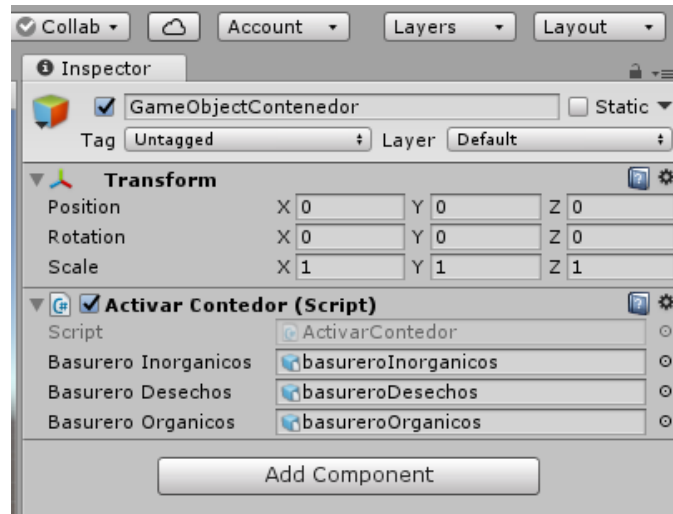


Figura 60: Implementación del código en un Game Object Contenedor

Fuente: Elaboración Propia

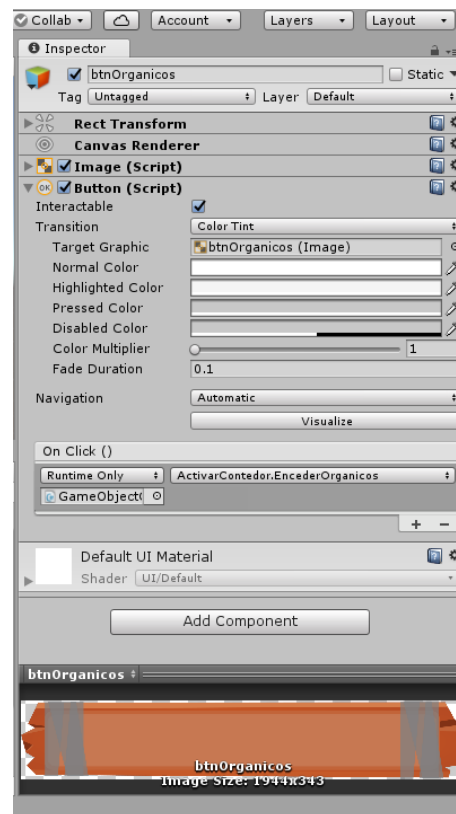


Figura 61: Implementación de Game Object Contenedor al componente Botón

Fuente: Elaboración Propia

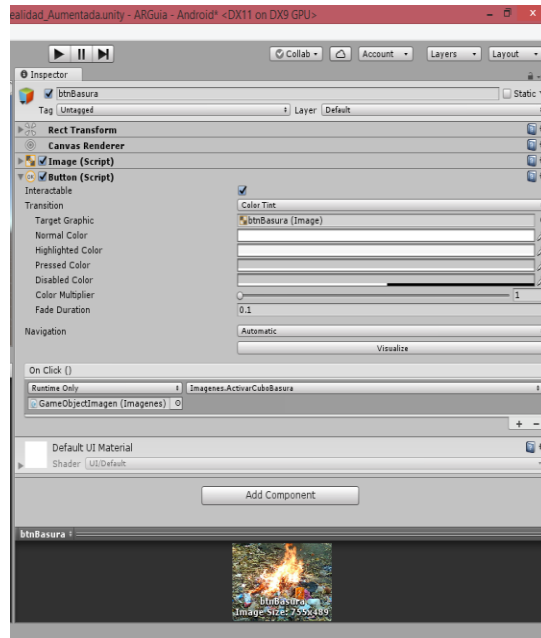


Figura 62: Implementación de Game Object Imágenes al Botón

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra otro tipo de interacción con los modelos 3D, donde al presionar los botones los modelos 3D cambian de material.



Figura 63: Pantalla de Reconocimiento del Texto Guía (Cambio de material del modelo 3D con botones)

Fuente: Elaboración Propia

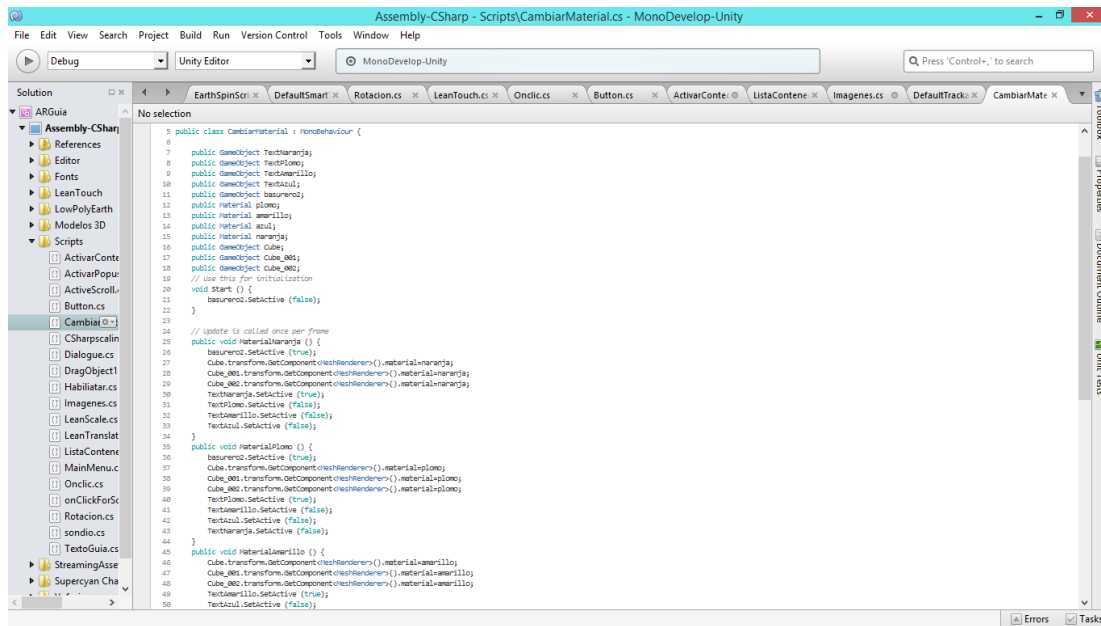


Figura 64: Código Fuente cambio de material

Fuente: Elaboración Propia

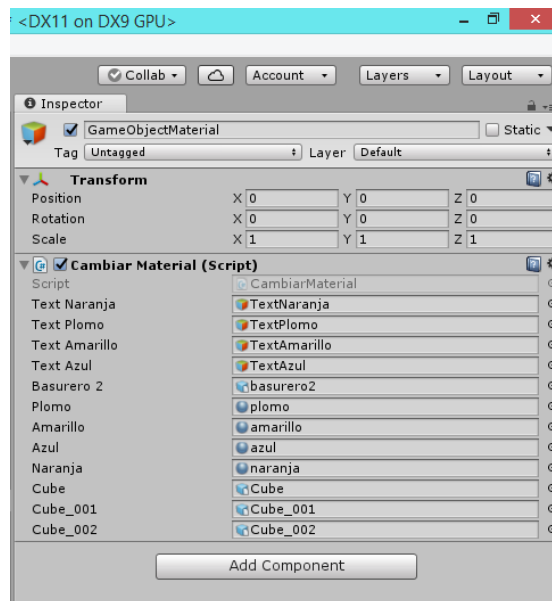


Figura 65: Implementación del código en un Game Object Material

Fuente: Elaboración Propia

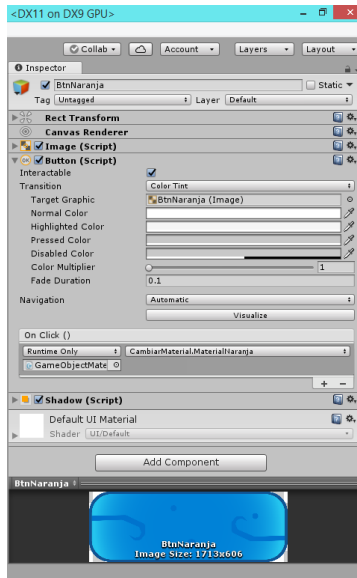


Figura 66: Implementación de Game Object Material al botón

Fuente: Elaboración Propia

Caso de Prueba de Aceptación	
Código Caso de Prueba: 2	Numero de Historia de Usuario: 2
Descripción de Prueba:	
La funcionalidad es satisfactoria cuando la aplicación reconoce los marcador del texto guía, genera los modelos 3D, visualiza los títulos de cada marcador y nos direcciona a la pantalla de característica.	
Pre-Requisitos:	
Aplicación inicializada	
Contar con el texto guía sobre el manejo de residuos inorgánicos	
Pasos:	
Inicializar la aplicación	
Enfocar con la cámara al texto guía	
Resultado esperado:	
Visualización de los modelos 3D de cada marcador y su respectiva generación de título de cada marcador	
Resultados obtenidos:	
Se visualizó la pantalla de Reconocimiento del Texto Guía “Manejo de Residuos Inorgánicos” con éxito.	

Tabla 12: Prueba de Aceptación 2

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.3. *Iteración 3: Pantalla de Información de características*

Para poder desarrollar la pantalla de información de características, se basa en dar información de los modelos 3D reconocidos por la aplicación.

Al momento reconocer cada marcador se genera un título con su respectivo nombre del marcador el cual se presiona para direccionar a la pantalla de información, como se muestra en las siguientes figuras:

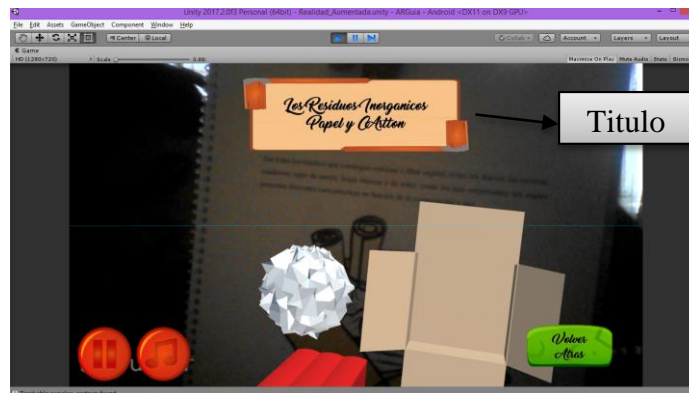


Figura 67: Visualización del título

Fuente: Elaboración Propia

- Una vez presionado el título nos direcciona a la pantalla de información, como se muestra en la figura 65.

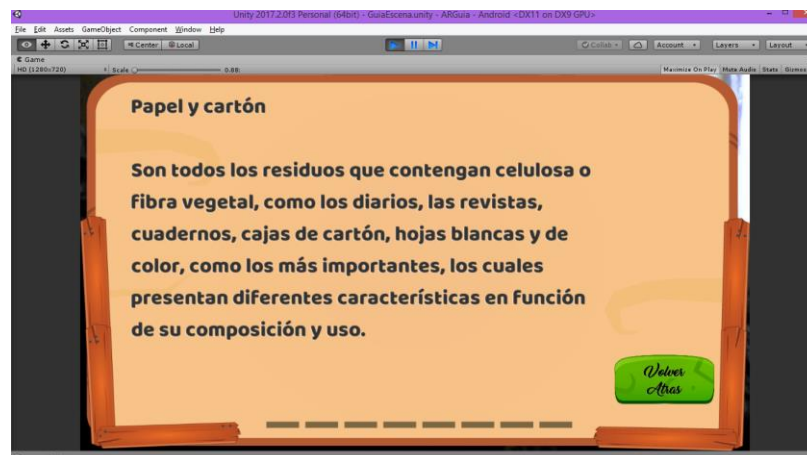


Figura 68: Pantalla de Información de características

Fuente: Elaboración Propia

```

n ▶ F activeTextMetales
public class Button : MonoBehaviour {

    //public static bool activeScroll1;
    //public static bool activeScroll2;
    public static bool activeTextResiduos;
    public static bool activeTextClasificacion;
    public static bool activeTextInorganicos;
    public static bool activeTextPapel;
    public static bool activeTextPlasticos;
    public static bool activeTextVidrio;
    public static bool activeTextMetales;

    // Use this for initialization
    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

    }

    public void ActiveTextResiduos(){
        activeTextResiduos = true;
        SceneManager.LoadScene (3);
    }

    public void ActiveTextClasificacion(){
        activeTextClasificacion = true;
        SceneManager.LoadScene (3);
    }

    public void ActiveTextInorganicos(){
        activeTextInorganicos = true;
        SceneManager.LoadScene (3);
    }

    public void ActiveTextPapel(){
        activeTextPapel = true;
        SceneManager.LoadScene (3);
    }

    public void ActiveTextPlasticos(){
        activeTextPlasticos = true;
        SceneManager.LoadScene (3);
    }
}

```

Figura 69: Código Fuente de Pantalla de Información

Fuente: Elaboración Propia

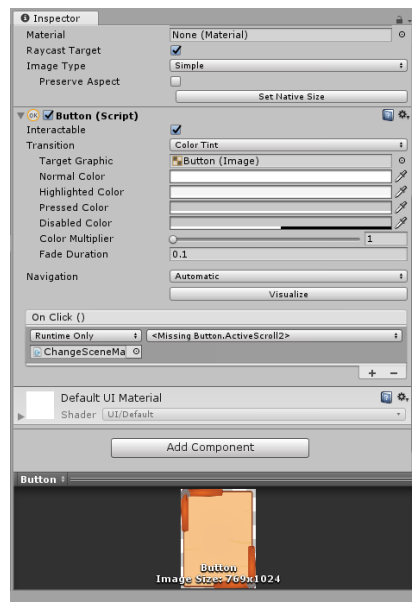


Figura 70: Implementación de Código Fuente en el título

Fuente: Elaboración Propia

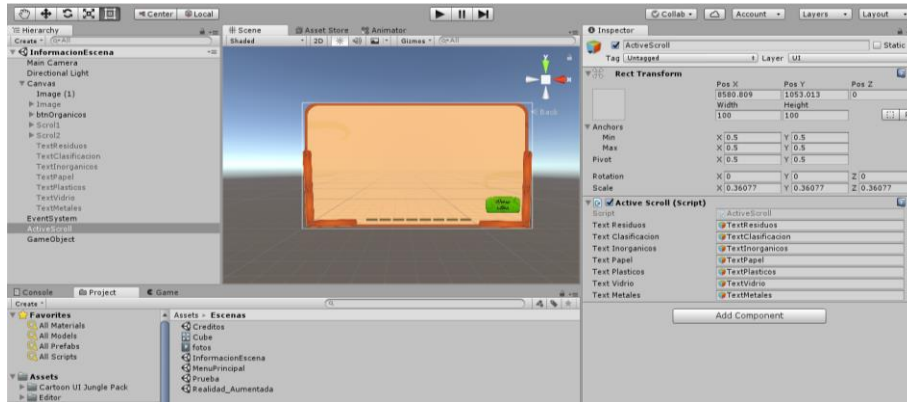


Figura 71: Implementación del código fuente a la pantalla de Información

Fuente: Elaboración Propia

Caso de Prueba de Aceptación	
Código Caso de Prueba: 3	Numero de Historia de Usuario: 3
Descripción de Prueba: La funcionalidad es satisfactoria cuando la aplicación muestra las características del objeto reconocido.	
Pre-Requisitos: Contar con los títulos previamente generados	
Pasos: Inicializar la aplicación Enfocar con la cámara al texto guía Presionar en el título previamente generado	
Resultado esperado: Visualización de las características de los modelos 3D previamente reconocidos.	
Resultados obtenidos: Se visualizó la pantalla de Información de características con éxito.	

Tabla 13: Prueba de Aceptación 3

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.4. Iteración 4: Pantalla de Créditos

Se realizó el diseño de la pantalla de Créditos donde nos muestra la información de los desarrolladores y colaboradores del proyecto, para lo cual se realizó el siguiente paso:

- Implementación de los componentes UI de Unity (Canvas, Image, Button y Text).

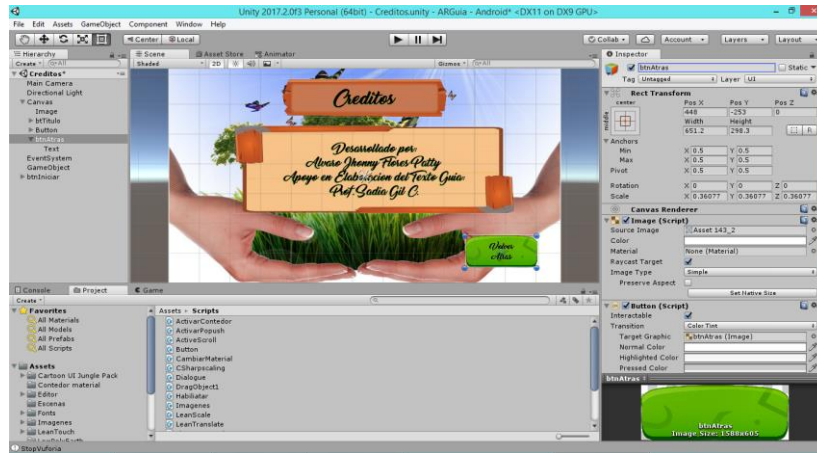


Figura 72: Pantalla de Créditos

Fuente: Elaboración Propia

Caso de Prueba de Aceptación	
Código Caso de Prueba: 4	Numero de Historia de Usuario: 4
Descripción de Prueba:	
La funcional es satisfactorio cuando la aplicación muestra información de los participantes del desarrollo de la aplicación y colaboradores	
Pre-Requisitos:	
Aplicación inicializada	
Pasos:	
Presionar en el botón de créditos	
Resultado esperado:	
Visualización de información de los desarrolladores y colaboradores.	
Resultados obtenidos:	
Se visualizó la pantalla de créditos con éxito.	

Tabla 14: Prueba de Aceptación 4

Fuente: Elaboración Propia

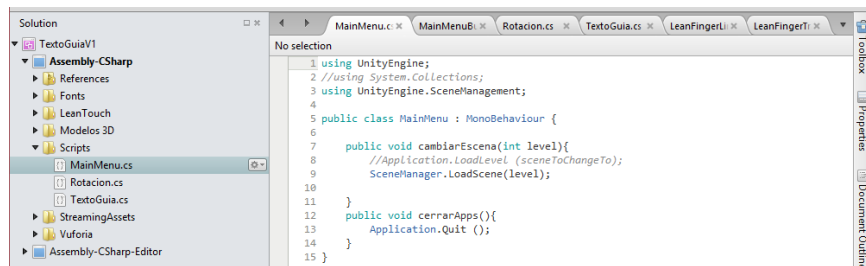
3.5. FASE DE ESTABILIZACIÓN

En esta fase se lleva la integración de todas las pantallas desarrollados en cada iteración y así poder tener la aplicación de Realidad Aumentada completo, estable y funcional.

Para la integración de la aplicación con RA, se conectaron con las distintas pantallas creadas en Unity 3D. También se realizó una verificación de cada una de las pantallas haciendo énfasis en algunos cambios necesarios para su correcto funcionamiento.

Las pantallas a integrar:

- Pantalla de Inicio
- Pantalla de Reconocimiento del Texto Guía “Manejo de Residuos Inorgánicos”
- Pantalla de Información de características
- Pantalla de Créditos



```
1 using UnityEngine;
2 //using System.Collections;
3 using UnityEngine.SceneManagement;
4
5 public class MainMenu : MonoBehaviour {
6
7     public void cambiarEscena(int level){
8         //Application.LoadLevel (sceneToChangeTo);
9         SceneManager.LoadScene(level);
10    }
11
12    public void cerrarApps(){
13        Application.Quit ();
14    }
15 }
16 }
```

Figura 73: Código Fuente de cambios de Pantallas

Fuente: Elaboración Propia

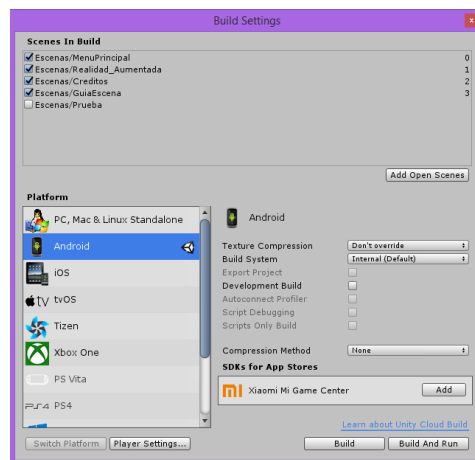


Figura 74: Pantallas Construidas

Fuente: Elaboración Propia

3.6. FASE DE PRUEBAS

3.6.1. Pruebas de Funcionalidad

Las pruebas funcionales son un proceso de control de calidad que consiste en asegurar el cumplimiento de un sistema o componente con requerimientos funcionales.

El objetivo principal de las pruebas funcionales es de comprobar si el producto terminado cumple con las necesidades de funcionamiento planteados en la fase de exploración acorde a las especificaciones de diseño.

Requerimientos	Cumplimiento		Resultado
	SI	No	
La aplicación RA debe contar con modelos 3D de acuerdo con el contenido del tema principal.	✓		Correcto
La aplicación RA debe ser capaz de reconocer los marcadores del texto guía de Manejo de Residuos Inorgánicos.	✓		Correcto
La aplicación RA debe poder interactuar con los modelos 3D según los marcadores.	✓		Correcto
La aplicación RA debe dar una información de cada modelo 3D, que aparece según su correspondiente marcador	✓		Correcto

Tabla 15: Prueba de Funcionalidad

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2. Prueba de Compatibilidad

En las pruebas de compatibilidad, se asegura que la aplicación móvil funcione como se pretende, con dispositivos móviles de diferentes tamaños de pantalla, distintas resoluciones y versiones de sistemas operativos. Para las pruebas de compatibilidad se tomaron como base dispositivos con diferentes características de software y hardware.

En la siguiente tabla se observa los dispositivos en los cuales se probó la aplicación.

N	MARCA	MODELO	VERSIÓN ANDROID	RESOLUCIÓN DE PANTALLA	MEMORIA RAM	CÁMARA Mpx
1	Samsung	Tab S	4.4	2560 x 1600	3	8
2	Samsung	J7 Prime	7.1	1080 x 1920	3	13
3	Huawei	Mate 10	7	2560 x 1440	4	20

Tabla 16: Especificaciones de dispositivos móviles en los que se realizó Pruebas

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.1. Diseño Adaptativo

Una vez realizado las pruebas en dispositivos móviles reales, se demostró rapidez en la funcionalidad y adaptabilidad en cuanto el diseño de la interfaz gráfica de usuario.

En cuanto el tamaño de pantalla se probó en el emulador que posee Unity 3D mostrando los resultados en las siguientes figuras:

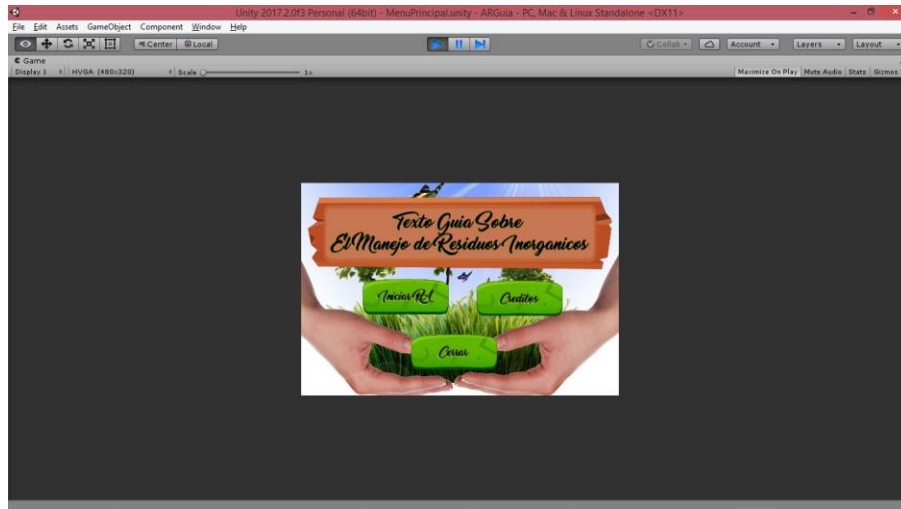


Figura 75: Tamaño de pantalla HVGA 480 x 320

Fuente: Elaboración Propia



Figura 76: Tamaño de pantalla HD 1280 X 720

Fuente: Elaboración Propia



Figura 77: Tamaño de pantalla Full HD 2560 x 1600

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3. Calidad de Software

Basado en la norma ISO/IEC 9126 se ha elaborado un cuestionario de evaluación (Ver anexoF), permite especificar y evaluar la calidad del software, que fue valorado a criterio de: un usuario identificado como Administrador

Respecto a la medida tipo nivel, se establecen 5 niveles según se muestra a continuación. (Madrid, 2008)

El usuario califica un puntaje desde 1 hasta 5, de acuerdo a la siguiente escala.

VALOR	ESCALA
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy Alto

Tabla 17: Descripción de medidas

Fuente: (Madrid, 2008)

De acuerdo a la norma ISO/IEC 9126, esta se categoriza en seis elementos para realizar la evaluación del sistema. A continuación, se detalla estos elementos:

- Para la definición de métricas, se toma en cuenta los atributos que la componen bajo la siguiente expresión.

$$M = \frac{\sum_{n=1}^n (v * p)}{\sum_{n=1}^n p}$$

Donde **M**=a la evaluación del atributo, **v**= a la calificación dada, **p**= peso de cada atributo.

3.6.3.1. Evaluación de la funcionalidad de la aplicación

REF	ATRIBUTO	PESO	RESULTADO
1	Adecuación	10	5
2	Exactitud	10	5
3	Cumplimiento Funcional	10	4

Tabla 18: Resumen de evaluación a la funcionalidad de la aplicación

Fuente: Elaboración propia

Medida de Funcionalidad= $(10*5+10*5+10*4)/(10+10+10)= 4,66$

De acuerdo al resultado obtenido, se califica como valor aceptable, por lo que la aplicación si cumple con la métrica de funcionalidad de acuerdo a los requerimientos exigidos.

3.6.3.2. Evaluación de la confiabilidad

REF	ATRIBUTO	PESO	RESULTADO
4	Cumplimiento de Fiabilidad	10	5
5	Tolerancia a fallos	10	5
6	Recuperabilidad	10	5

Tabla 19: Resumen de evaluación a la confiabilidad de la aplicación

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Confiabilidad} = (10 \cdot 5 + 10 \cdot 5 + 10 \cdot 5) / (10 + 10 + 10) = 5$$

De acuerdo al resultado obtenido, se califica como valor aceptable de la evaluación de la aplicación

3.6.3.3. Evaluación de la usabilidad

REF	ATRIBUTO	PESO	RESULTADO
6	Operabilidad	10	5
7	Comprensión	10	5
9	Atracción	10	5

Tabla 20: Resumen de evaluación a la usabilidad de la aplicación

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Usabilidad} = (10 \cdot 5 + 10 \cdot 5 + 10 \cdot 5) / (10 + 10 + 10) = 5$$

De acuerdo al resultado obtenido en su métrica de Usabilidad, se establece que la aplicación tiene una gran aceptación por parte del usuario, en el manejo de las interfaces y la facilidad de aprendizaje. Por el cual se otorga una buena puntuación, en esta fase es importante estar entre la puntuación de cuatro a cinco

3.6.3.4. Evaluación de la eficiencia

REF	ATRIBUTO	PESO	RESULTADO
10	Comportamiento de tiempo	10	4
11	Utilización de los recursos	10	5

Tabla 21: Resumen de evaluación a la eficiencia de la aplicación

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Eficiencia} = (10 \cdot 4 + 10 \cdot 5) / (10 + 10) = 4,5$$

De acuerdo al resultado obtenido, se establece que la aplicación, cumple con los requerimientos exigidos en un determinado tiempo (hace lo que tiene que hacer, no demora mucho tiempo su ejecución), por lo que el software obtiene la puntuación aceptable de acuerdo a la métrica de eficiencia.

3.6.3.5. Evaluación de Mantenimiento

REF	ATRIBUTO	PESO	RESULTADO
12	Facilidad de análisis	10	5
13	Facilidad de cambio	10	5
14	Facilidad de pruebas	10	3

Tabla 22: Resumen de evaluación al mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Mantenimiento} = (10 \cdot 5 + 10 \cdot 5 + 10 \cdot 3) / (10 + 10 + 10) = 4,33$$

De acuerdo al resultado obtenido, se establece que la aplicación cumple con los requerimientos mínimos exigidos para su mantenimiento y aceptabilidad. Por lo que se obtuvo una puntuación de 4.33, lo cual significa que es aceptable.

3.6.3.6. Evaluación de la portabilidad

REF	ATRIBUTO	PESO	RESULTADO
15	Adaptabilidad	10	5
16	Facilidad de Instalación	10	5

Tabla 23: Resumen de evaluación a la portabilidad

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Portabilidad} = (10 \cdot 5 + 10 \cdot 5) / (10 + 10) = 5$$

3.6.3.7. Resultado general

ATRIBUTO	PESO
Funcionalidad	4,66
Fiabilidad	5
Usabilidad	5
Eficiencia	4,5
Mantenimiento	4,33
Portabilidad	5
Promedio	4,8

Tabla 24: Resultados generales

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la (TABLA 20), indica que la aplicación cumple con las Métricas de Calidad de la Norma ISO/IEC 9126, por lo que SÍ es pertinente utilizarlo.

3.6.4. Aplicación de TAM

Basado en el modelo TAM (Davis, 1989) se ha elaborado un cuestionario de evaluación (Ver anexoG), permite especificar y evaluar la aceptación de la tecnología por parte de los estudiantes, que fue valorado a una escala de Likert. **(Robles, 2017)**

Los estudiantes califican un puntaje desde 1 hasta 5, de acuerdo a la siguiente escala.

VALOR	ESCALA
1	Excelente
2	Muy bueno
3	Bueno
4	Regular
5	Malo

Tabla 25: Escala de Likert de calificación

Fuente: (ARTIGAS, 2018)

3.6.4.1. Factibilidad de uso

Alternativas	Frecuencia		
	P1	P2	P3
Excelente	12	12	11
Muy bueno	7	9	7
Bueno	2	0	3
Regular	0	0	0
Malo	0	0	0
Total	0	0	0

Tabla 26: Resultados dimensión Factibilidad de uso

Fuente: Elaboración Propia

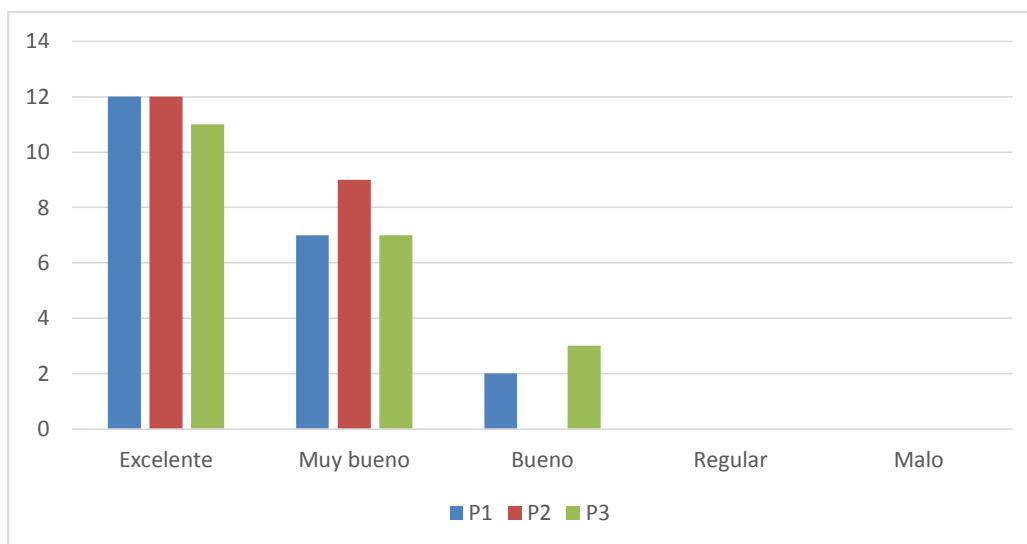


Gráfico 1: Facilidad de uso

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de la dimensión Facilidad de uso, se usó tres reactivos, en los cuales se logró determinar que, cuando el estudiante usa material con realidad aumentada, mejoran los su aprendizaje mediante el uso de innovación que surge al aplicar el uso de una aplicación con Realidad Aumentada y el Texto Guía.

3.6.4.2. *Utilidad percibida*

Alternativas	Frecuencia				
	P4	P5	P6	P7	P8
Excelente	5	6	10	9	11
Muy bueno	9	9	8	8	7
Bueno	7	5	3	4	2
Regular	0	1	0	0	1
Malo	0	0	0	0	0
Total	21	21	21	21	21

Tabla 27: Resultados dimensión Utilidad percibida

Fuente: Elaboración Propia

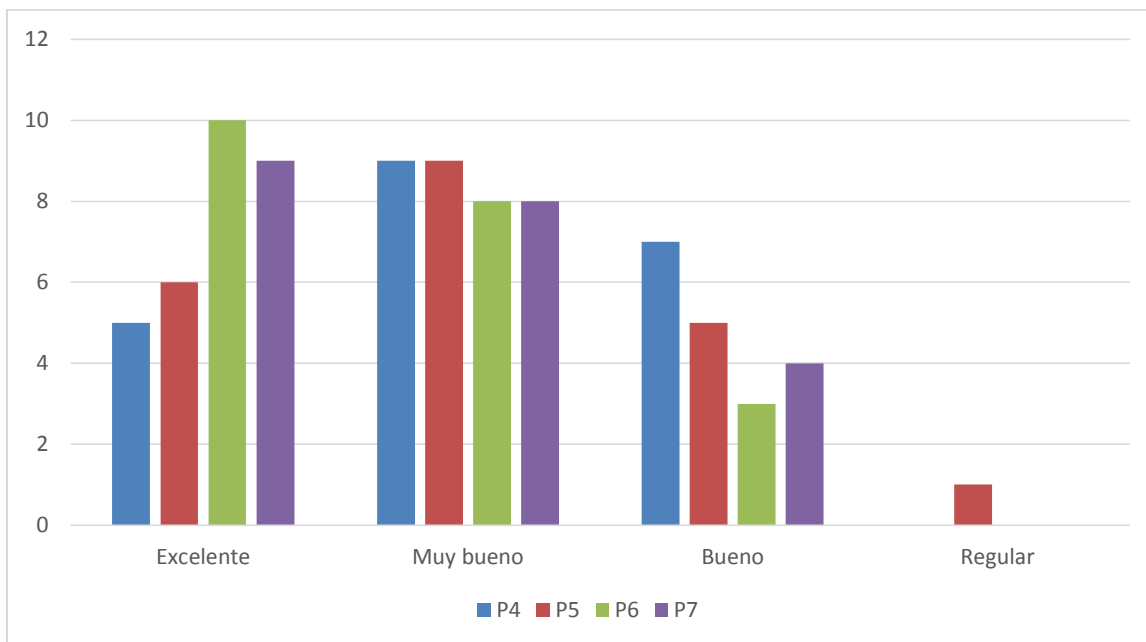


Gráfico 2: Utilidad percibida

Fuente: Elaboración Propia

Para la dimensión Utilidad percibida, se consideraron 4 reactivos, demostrando que la aplicación es de mucha utilidad para los estudiantes, lo que está estrechamente relacionada con el proyecto productivo y el cuidado del medio ambiente.

3.6.4.3. *Actitud hacia al uso*

Alternativas	Frecuencia			
	P9	P10	P11	P12
Excelente	6	8	11	13
Muy bueno	11	10	8	5
Bueno	3	2	2	3
Regular	1	1	0	0
Malo	0	0	0	0
Total	21	21	21	21

Tabla 28: Resultados dimensión Actitud hacia el uso

Fuente: Elaboración Propia

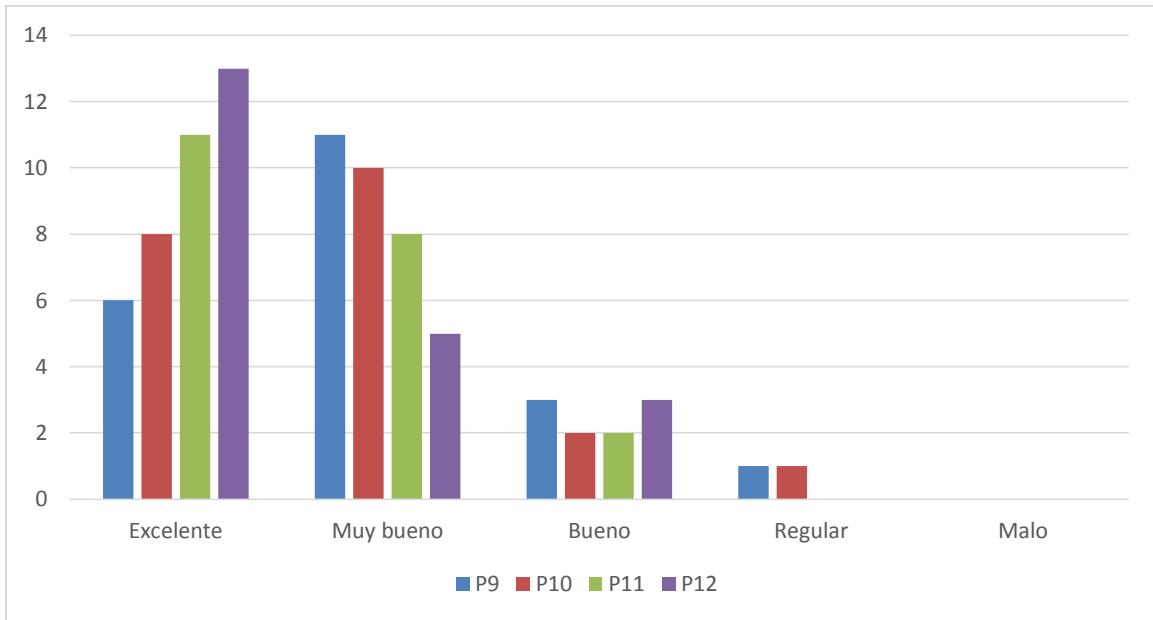


Gráfico 3: Actitud hacia al uso

Fuente: Elaboración Propia

En lo que se refiere a la Actitud hacia el uso del Texto Guía con la aplicación de Realidad Aumentada, se puede señalar que los estudiantes muestran una actitud muy aceptable al aplicar este tipo de tecnología, siendo estos un aspecto innovador para apoyar su aprendizaje.

3.6.4.4. Intención de utilizarla (IU)

Alternativas	FRECUENCIA	
	P13	P14
Excelente	15	17
Muy bueno	5	3
Bueno	2	1
Regular	0	0
Malo	0	0
Total	21	21

Tabla 29: Resultados dimensión Intención de utilizar

Fuente: Elaboración Propia

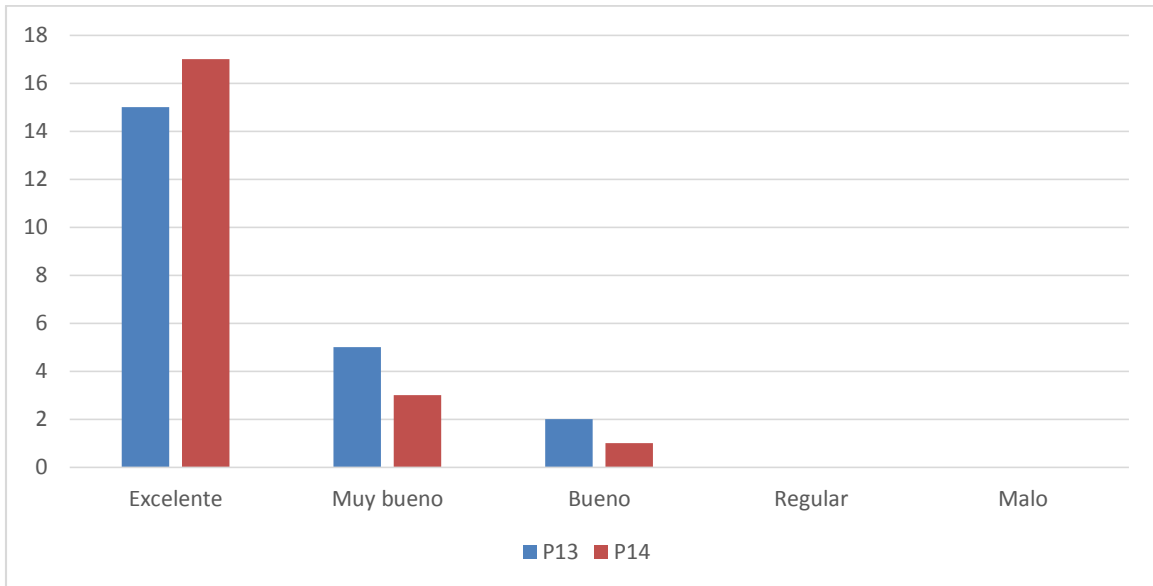


Gráfico 4: Intención de utilizarla (IU)

Fuente: Elaboración Propia

En lo que se refiere a la Intención de utilizarla la aplicación de Realidad Aumentada con el texto Guía, se puede señalar que los estudiantes muestran una actitud muy aceptable al aplicar este tipo de tecnología, siendo estos un aspecto innovador para apoyar su aprendizaje y poder utilizar más aplicaciones para apoyar el aprendizaje en otras materias

3.6.4.5. *Diseño*

Alternativas	FRECUENCIA	
	P15	P16
Excelente	8	11
Muy bueno	9	8
Bueno	4	2
Regular	0	0
Malo	0	0
Total	21	21

Tabla 30: Resultados dimensión Diseño

Fuente: Elaboración Propia



Gráfico 5: Diseño

Fuente: Elaboración Propia

Por último, tenemos la dimensión de Diseño, de la cual se obtuvo buenos resultados en la aplicación del cuestionario, se tomó en cuenta 2 reactivos, que muestran la facilidad de manejo de la aplicación móvil con Realidad Aumentada, por medio de los estudiantes quienes manipularon el recurso en forma eficiente.

CAPITULO IV

4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.CONCLUSIONES

Al concluir este trabajo se ha desarrollado una aplicación móvil con Realidad Aumenta como guía interactiva, con lo cual tenemos las siguientes conclusiones:

- Se pudo realizar el texto guía sobre el manejo de Residuos Inorgánicos con apoyo de la profesora del curso.
- Se pudo realizar la implementar de modelos 3D para la aplicación móvil RA y diseñados en Blender y también se utilizaron modelos 3D prediseñados.
- Se pudo concluir el desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Aumentada para dispositivos con sistema operativo Android utilizando Vuforia y Unity.
- Se pudo realizar la validación de la aplicación móvil de RA utilizando la ISO/IEC 9126 por parte del administrador de la aplicación y TAM por parte de los usuarios (estudiantes).
- Se pudo distribuir la aplicación móvil de RA y el texto Guía de Manejo de Residuos Inorgánicos a los estudiantes y a la profesora.
- La aplicación tuvo una buena aceptación por parte de la profesora, que mostro interés en el uso de esta tecnología como apoyo al aprendizaje dentro de su clase.
- El uso de la aplicación con Realidad Aumentada tuvo una buena aceptación por parte de los estudiantes, que pudieron aplicar con el texto guía en el aprendizaje del manejo de Residuos Inorgánicos.

4.2.RECOMENDACIONES

Con las conclusiones del presente proyecto de grado se recomiendo lo siguiente:

- Se recomienda poder aplicar este tipo de tecnología en diferente área o materias del ámbito educativo.
- Continuar desarrollando este tipo de proyectos, para hacer que la enseñanza sea más creativa, tomando en cuenta que esta tecnología despierta el interés de los estudiantes en el momento del aprendizaje.
- Seguir incentivando a los estudiantes sobre el manejo de Residuos Inorgánicos para el cuidado de nuestro medio ambiente mediante el uso de tecnologías.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, A. G. (2017). *Aplicaciones de la Realidad Aumentada en la promocion y la edificacion*. España: Universidad Politecnica de Valencia.
- Android Studio*. (2017). Obtenido de <https://developer.android.com/studio>
- Angel, V. M. (15 de Junio de 2015). *Alternativas para Cuidar el Medio Ambiente*. Obtenido de <http://consultoriaempresariamaslimpias.blogspot.com.br/2015/06/mal-manejo-de-los-desechos-solidos.html>
- ARTIGAS, S. G. (2 de 11 de 2018). *Torres Burriel Studio*. Obtenido de <http://www.torresburriel.com/weblog/2018/06/12/escala-de-likert/>
- Barberá, I. P. (2016). *Desarrollo de un juego de tablero con Realidad Aumentada*. España: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática Universitat Politècnica de Valencia.
- Bello Rigueros, C. (2017). *La realidad Aumentada: lo que debemos conocer*. Bogota Colombia: TIA (Tecnologia, Investigacion y Academica).
- Buriticá, J. C. (2013). *Realidad Aumentada aplicada a objetos de aprendizaje para asignaturas de Ingeniería Informática*. Medellín.
- Calle, B. A. (2015). *Desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada para educación en alimentación*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Cruz, A. (14 de 03 de 2016). *Wikipedia*. Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Vuforia_Augmented_Reality_SDK
- Gonzales Morcillo, C., Vallejo Fernandez, D., & Albusac Jimenez, J. A. (2012). *Realidad Aumentada Un Enfoque Practico con ARToolKit y Blender*. España: Escuela Superior de Informatica.
- Hernandez, U. (16 de 11 de 2017). *Codigofacilito*. Obtenido de <https://codigofacilito.com/articulos/mvc-model-view-controller-explicado>
- Laura, A. P. (2011). *Manual para el manejo de desechos sólidos en la Unidad Educativa Dario Guevara, Parroquia Cunchibamba, Canton Ambato Provincia Tungurahua*. Ecuador: Escuela Superior politécnica de Chimborazo en la Facultad de Ciencias Químicas.

- Lequerica, J. R. (2015). *Desarrollo de aplicaciones para Andorid*. España: Anaya Multimedia.
- Lomuscio, J. P. (2011). *Realidad Aumentada para el aprendizaje de ciencias en niños de educacion basica*. Santiago de Chile.
- Luttecke, C. (2016). *de ideaAapp*. Obtenido de <https://deideaaapp.org/sabes-que-es-unity-descubrelo-aqui/>
- Madrid, U. P. (2008). *Metricas Aplcadas a los Modelos de Calidad*.Valencia.
- Mamani, V. O. (2010). *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en Bolivia*. La Paz, Bolivia: MMAyA.
- Mamani, V. O. (2011). *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en el departamento de Pando*. La Paz, Bolivia: MMAyA.
- Mamolar, A. S. (2012). *Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android. Analisis comparativo entre ellas*. España: Universidad Politecnica de Valencia DSIC.
- Martinez, E. J. (30 de Marzo de 2017). *TEC*. Obtenido de TEC: <https://tec.com.pe/android-supero-windows-sistema-operativo-mas-usado-del-mundo/>
- Obando Arcos, C. (2015). *Implementación de un software educativo utilizando técnicas de inteligencia artificial, realidad virtual y realidad aumentada para el cuarto año de educación general básica de la unidad educativa saint dominic*. Sangolqui Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Ordinola Alvares, J. S. (2014). *Libro interactivo de realidad aumentada para el proceso de aprendizaje del organizador mundo físico en la unidad de exploración del universo en los alumnos de la sección "B" del 1er año de secundaria del colegio San José Obrero de la ciudad de Sullana*. Piura - Perú.
- Paco Blanco, J. C. (2009). *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móvilesIntroducción al desarrollo con Android y el iPhone*. España Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Perez, A. S.-E. (2010). *Ley de la Educacion*. La Paz.
- Pimienta, P. (05 de 05 de 2014). *Zenva*. Obtenido de <https://deideaaapp.org/tipos-de-aplicaciones-moviles-y-sus-caracteristicas/>

- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software UN ENFOQUE PRÁCTICO*. México: McGraw-Hill.
- Quispe Alarcon, A. (2016). *Realidad Aumentada en dispositivos móviles para el tratamiento de niños autistas*. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Ciencias Puras y Naturales carrera de Informática.
- Rivera, N. L. (2009). *Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cerete - Cordoba*. Bogota: Universidad Pontificia Javeriana.
- Robles, B. F. (2017). *APLICACIÓN DEL MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA (TAM) AL USO DE LA REALIDAD AUMENTADA EN ESTUDIOS UNIVERSITARIOS*. Argentina Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Roosendaal, T. (9 de Enero de 2016). *Blender*. Obtenido de <https://www.blender.org/>
- Sanaguano, I. L. (2015). *Desarrollo de material didáctico basado en realidad aumentada para la enseñanza de geometría en educación básica media*. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede ambato.
- Sierra, J. A. (2013). *Propuesta metodologica par el manejo adecuado de residuos sólidos en educacion basica primaria de la escuela normal superior la Hacienda Brranquilla*. Colombia Barranquilla: Universidad de la Costa CUC Facultad de Ciencia Ambientales.
- Sólidos, D. G. (2012). *Guía de Educación Ambiental en la Gestión de Residuos Sólidos*. Bolivia: MMAyA.

6. ANEXOS

6.1. ANEXO A: Texto Guía y Marcadores

- Primer plana del Texto Guía sobre el Manejo de Residuos Inorgánicos



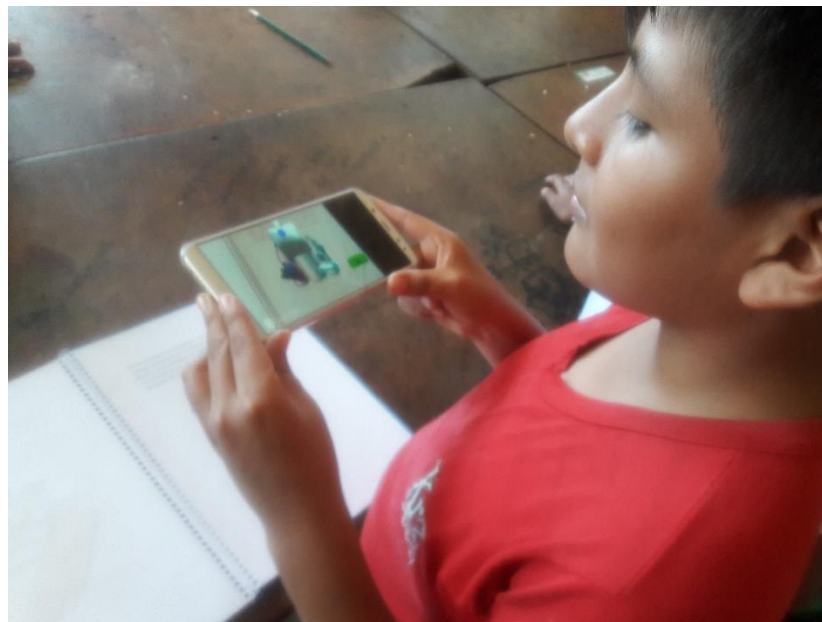
6.2. ANEXO B: Exposición a los estudiantes

- Exposición sobre el manejo de Residuos inorgánicos a los estudiantes del cuarto de Primaria de la Unidad Educativa “José Manuel Pando”



6.3. ANEXO C: Demostración de uso de la aplicación Móvil de RA

- En la siguiente figura se muestra la demostración de uso de la aplicación móvil a los estudiantes y a la profesora con el texto Guía.





6.4. ANEXO D: Evaluación a los estudiantes

- Se realizó una evaluación a los estudiantes sobre lo aprendido en la exposición sobre el manejo de residuos orgánicos y el uso de la aplicación móvil de RA.



6.5. ANEXO E: Entrega del texto Guía y la Aplicación Móvil de RA

- Se realizó la entrega del texto Guía y la aplicación móvil de RA a la profesora y estudiantes.



6.6. ANEXO F: Evaluación de la aplicación de acuerdo a la norma ISO/IEC 9126 por parte del administrador de la aplicación

VALOR	ESCALA
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy Alto

REF.	ATRIBUTO	CALIFICACIÓN
FUNCIONALIDAD		
1	¿Cumple los requerimientos básicos funcionales?	5
2	¿Contiene un sistema adaptable e independiente a distintos equipos?	5
3	¿Posee niveles de funcionalidad?	4
CONFIABILIDAD		
4	¿La aplicación es segura y confiable?	5
5	¿El sistema puede aceptar errores involuntarios, sin quedar fuera de servicio?	5
6	¿En caso de contener fallas y no funcione correctamente, su recuperación será inmediata?	5
USABILIDAD		
7	¿Todas las entradas están etiquetadas adecuadamente para su manejo?	5
8	¿El contenido es de fácil manipulación y aprendizaje?	5
9	¿La APK es atractiva y tiene una buena interfaz de usuario?	5

EFICIENCIA		
10	¿El tiempo de generación y ejecución es dinámico y menor a 10 segundos?	4
11	¿El tiempo de instalación de esta aplicación es menor a 5 minutos?	5
MANTENIMIENTO		
12	¿Si algún día se desea hacer cambios, se cuenta con el código fuente?	5
13	¿Si algún día se desea hacer cambios dentro de la APK, esta puede seguir funcionando?	5
14	¿Al analizar algún cambio, es posible identificar los errores?	3
PORTABILIDAD		
15	¿La APK es adaptable a cualquier equipo con sistema Android?	5
16	¿La instalación de la APK es sencilla?	5

6.7. ANEXO G: Evaluación de la aplicación utilizando el Modelo TAM por parte de los usuarios

1: Excelente 2: Muy bueno 3: Bueno 4: Regular 5: Malo						
N	Facilidad de uso (FU)	1	2	3	4	5
1	Al manejar la aplicación móvil de RA fue					
2	El grado de facilidad de aplicación móvil de RA fue					
3	El uso de la aplicación móvil de RA en tu clase fue					
Utilidad percibida (UP)						
4	El uso de la aplicación móvil de RA apoyara en mi aprendizaje y rendimiento en sobre el Manejo de Residuos Inorgánicos					
5	El uso de aplicación móvil de RA durante las clases me facilitaría la comprensión de ciertos conceptos					
6	Utilizando la aplicación móvil de RA aprendí de forma					
7	Al utilizar el celular con este recurso esto te pareció					
8	Con el uso de aplicación móvil de RA aumentaría mi rendimiento					
Actitud hacia el uso (AU)						
9	Al utilizar la aplicación móvil de RA el nivel de motivación fue					
10	El uso de aplicación móvil de RA hace que el aprendizaje sea más interesante					
11	El nivel de entretenimiento fue					
12	Creo que el uso de aplicación móvil de RA en el aula es buena idea					
Intención de utilizarla (IU)						
13	Te gustaría utilizar en el futuro el aplicaciones móvil de RA si tuviera oportunidad					

14	Me gustaría utilizar el aplicaciones móvil de RA para aprender otros temas					
Diseño						
15	Los modelos 3D, imágenes y el sonido te pareció					
16	La interfaz de usuario de la aplicación te pareció					

La encuesta está formada por 5 dimensiones y un total de 16 ítems, aplicando la escala de Likert, las respuestas cada reactivo están codificadas con una escala: de excelente a malo.