



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE
REALIDAD AUMENTADA PARA EL PROCESO ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LA FLORA DEL CAMPUS ESPOCH. CASO
PRACTICO: ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL”**

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del título de:

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

AUTORES: VILMA ARACELI GUAMÁN CAMPOVERDE

NELSON JOAQUIN CUVI OCAÑA

TUTOR: ING. PATRICIO MORENO COSTALES

Riobamba-Ecuador

-2015-

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FLORA DEL CAMPUS ESPOCH. CASO PRACTICO: ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL, de responsabilidad de la señora Vilma Araceli Guamán Campoverde y el señor Nelson Joaquin Cuvi Ocaña, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

Ing. Gonzalo Samaniego

**DECANO DE LA FACULTAD
DE INFORMÁTICA Y
ELECTRÓNICA**

Ing. Julio Santillán C.

**DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE INGENIERÍA EN
SISTEMAS**

Ing. Patricio Moreno C.

DIRECTORA DE TESIS

Ing. Washington Luna

**MIEMBRO DEL
TRIBUNAL**

DOCUMENTALISTA

SISBIB ESPOCH

Nosotros, Vilma Araceli Guamán Campoverde y Nelson Joaquin Cuvi Ocaña, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de Grado y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

Vilma Araceli Guamán Campoverde

Nelson Joaquin Cuvi Ocaña

AGRADECIMIENTO

Gracias primeramente a Dios, por su amor y su infinita misericordia que día a día están presentes en mi vida, gracias Señor por la familia que diste porque me enseñaron el amor y el temor hacia ti, gracias porque mi vida está en tus manos. Gracias a mis padres Julia Campoverde y Gregorio Guamán, gracias mami por estar siempre a mi lado apoyándome y guiándome por el camino correcto, a usted papi porque aun estando lejos nunca me faltó su amor sus consejos y su tiempo, gracias porque me enseñaron el valor de la familia. A mis hermanas Priscila, Bety y Jesenia por sus palabras de aliento y motivación que me supieron guiar. A mi amado esposo, gracias porque sin ti nada sería igual, gracias por estar conmigo en los buenos y malos momentos, por tu apoyo constante y tu amor incondicional siempre.

Vilma

Le agradezco a Dios quien con sus bendiciones me ha permitido llegar a la culminación de una de las metas de mi vida. A mis padres Julio y Rosita, hermanos Fernando y Cristina y mi esposa Vilmita quienes han confiado en mí y han dado su apoyo incondicional. Un agradecimiento muy especial a mis amigos y compañeros que me han dado su apoyo y oportunidad para formarme como profesional, y al Ingeniero Patricio Moreno por su guía durante mi carrera estudiantil y realización de este trabajo.

Nelson

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de grado a mis padres quienes estuvieron siempre presentes en este largo camino apoyándome y guiándome para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban. También la dedico a mi Dios por guardar mis pasos y porque me bendijo con un hermoso hogar y me dio el más grande de los regalos mi bebé que en poco tiempo estará en mis brazos y me da un nuevo motivo para seguir adelante y ser mejor cada día, te esperamos con ansías hijo o hija mía. A mi familia y amigos que creyeron en mí y me enseñaron a superar toda adversidad, les quiero mucho, Bendiciones.

Vilma Guamán

Este trabajo va dedicado a mi mami Rosita (+) quien hasta el último día de su vida luchó por mi bienestar y educación, a pesar de su ausencia siempre la tengo en mi corazón y me da fuerzas. También va dedicado a mi esposa e hijo que aunque aún no lo conozco son mi motivo y razón para luchar día a día.

Nelson Cuvi

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ADT:	Android Development Tools (Herramientas de desarrollo de Android)
API:	Application Programming Interface (Interfaz de programación de aplicaciones)
APP:	Application (Aplicación Software)
AR:	Augmented Reality (Realidad Aumentada)
EIS:	Escuela de Ingeniería en Sistemas
EIF:	Escuela de Ingeniería Forestal
FIE:	Facultad de Informática y Electrónica
GPS:	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
IDE:	Integrated Development Environment (Interfaz de Desarrollo Integrado)
JDK:	Java Development Kit (Kit de Desarrollo Java)
NDK:	Native Development Kit (Kit de Desarrollo Nativo)
OPENGL:	Open Graphics Library (Biblioteca de Gráficos Abierta)
PC:	Personal Computer (Computadora Personal)
SDK:	Software Development Kit (Kit De Desarrollo De Software)

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	Páginas
RESUMEN	xiv
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN	- 1 -
CAPITULO I	- 2 -
1. MARCO REFERENCIAL	- 2 -
1.1. Antecedentes	- 2 -
1.1.1. Planteamiento del Problema	- 2 -
1.1.2. Lugar de aplicación	- 4 -
1.1.3. Formulación del problema	- 4 -
1.2. Justificación	- 4 -
1.2.1. Justificación Teórica	- 4 -
1.2.2. Justificación Practica	- 5 -
1.3. Objetivos	- 6 -
1.3.1. Objetivo general	- 6 -
1.3.2. Objetivos específicos	- 6 -
1.4. Hipótesis	- 7 -
CAPITULO II	- 8 -
2. MARCO TEÓRICO	- 8 -
2.1. Realidad aumentada	- 8 -
2.1.1. Definición	- 8 -
2.1.2. Características de la Realidad Aumentada	- 9 -
2.1.3. Componentes de un Sistema de Realidad Aumentada	- 10 -
2.1.4. Funcionamiento de un Sistema de Realidad Aumentada	- 11 -
2.1.5. Campos de Aplicación de la Realidad Aumentada	- 13 -
2.1.5.1. Marketing	- 13 -
2.1.5.2. Entretenimiento	- 14 -
2.1.5.3. Medicina	- 15 -
2.1.5.4. Educación	- 16 -
2.1.5.5. Decoración	- 18 -
2.1.5.6. Arquitectura	- 19 -
2.1.5.7. Turismo	- 19 -
2.2. Dispositivos móviles	- 20 -
2.2.1. Definición	- 20 -
2.2.2. Tipos de Dispositivos Móviles	- 21 -

2.2.3.	<i>Sistemas Operativos para Dispositivos Móviles</i>	- 22 -
2.2.3.1.	<i>Sistema Operativo Android</i>	- 22 -
2.2.3.2.	<i>Sistema Operativo IOS (Iphone OS)</i>	- 23 -
2.2.3.3.	<i>Sistema Operativo Windows Phone</i>	- 23 -
2.2.3.4.	<i>Sistema Operativo BlackBerry OS</i>	- 23 -
2.2.3.5.	<i>Otros Sistemas Operativos</i>	- 24 -
2.2.4.	<i>Cuota de Mercado de Sistemas Operativos Móviles</i>	- 24 -
2.3.	Sistema Operativo Android	- 26 -
2.3.1.	<i>Características</i>	- 26 -
2.3.2.	<i>Arquitectura del Sistema Operativo Android</i>	- 28 -
2.3.3.	<i>Versiones y Evolución del Sistema Operativo Android</i>	- 31 -
2.3.4.	<i>Software para Desarrollo para aplicaciones Android</i>	- 33 -
2.3.5.	<i>SDK (Software Development Kit)</i>	- 34 -
2.3.5.1.	<i>Partes de un SDK</i>	- 34 -
2.3.6.	<i>SDK para Realidad Aumentada</i>	- 36 -
2.3.6.1.	<i>SDK Vuforia</i>	- 36 -
2.3.6.2.	<i>SDK Wikitude</i>	- 38 -
2.3.6.3.	<i>SDK Metaio</i>	- 39 -
CAPITULO III		- 42 -
3.	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE SDK DE REALIDAD AUMENTADA	- 42 -
3.1.	Desarrollo de prototipos	- 42 -
3.1.1	<i>Funcionamiento</i>	- 42 -
3.1.1.1.	<i>Prototipo SDK WIKITUDE</i>	- 43 -
3.1.1.2.	<i>Prototipo SDK Vuforia</i>	- 44 -
3.1.1.3.	<i>Prototipo SDK Metaio</i>	- 45 -
3.2.	Definición de parámetros de comparación	- 47 -
3.2.1.	<i>Indicadores</i>	- 47 -
3.2.2.	<i>Métodos para la evaluación de resultados</i>	- 49 -
3.2.3.	<i>Criterios de evaluación</i>	- 49 -
3.3.	Análisis de los parámetros de comparación	- 49 -
3.3.1.	<i>Parámetro Lenguaje de Programación</i>	- 50 -
3.3.2.	<i>Parámetro Sistema Operativo Móviles</i>	- 51 -
3.3.3.	<i>Parámetro Entorno de Desarrollo Integrado</i>	- 52 -
3.3.4.	<i>Parámetro Tiempo de Desarrollo</i>	- 53 -
3.3.5.	<i>Parámetro Reconocimiento de Imágenes</i>	- 54 -
3.3.6.	<i>Parámetro Reproducción Multimedia</i>	- 55 -

3.3.7.	<i>Parámetro Tipos de Licencias</i>	- 56 -
3.4.	Resumen del análisis comparación	- 57 -
3.4.1.	<i>Análisis final</i>	- 59 -
CAPITULO IV		- 61 -
4.	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL	- 61 -
4.1.	Metodología de desarrollo	- 61 -
4.1.1.	<i>Desarrollo de la Metodología</i>	- 62 -
4.1.1.1.	<i>Planificación</i>	- 62 -
4.1.1.2.	<i>Diseño</i>	- 69 -
4.1.1.3.	<i>Codificación</i>	- 72 -
4.1.1.4.	<i>Pruebas</i>	- 73 -
CAPITULO V		- 78 -
5.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	- 78 -
5.1.	Comprobación de hipótesis	- 78 -
5.1.1.	<i>Hipótesis</i>	- 78 -
5.1.2.	<i>Tipo de Hipótesis</i>	- 78 -
5.1.3.	<i>Determinación de las variables</i>	- 78 -
5.1.4.	<i>Operacionalización Conceptual de las Variables</i>	- 79 -
5.1.5.	<i>Operacionalización Metodológica de las Variables</i>	- 79 -
5.1.6.	<i>Población</i>	- 80 -
5.1.7.	<i>Muestra</i>	- 80 -
5.1.8.	<i>Datos de la Encuesta</i>	- 80 -
5.1.8.1.	<i>Metodologías educativas actuales</i>	- 80 -
5.1.8.2.	<i>Uso de la tecnología en el aula</i>	- 81 -
5.1.8.3.	<i>Realidad Aumentada en la educación</i>	- 82 -
5.1.8.4.	<i>ARForestal como herramienta de aprendizaje</i>	- 83 -
5.1.8.5.	<i>Características de ARForestal</i>	- 84 -
5.1.8.6.	<i>Dificultad en el uso de ARForestal</i>	- 87 -
5.1.8.7.	<i>Uso de Realidad Aumentada en otras materias</i>	- 88 -
5.1.8.8.	<i>ARForestal como herramienta de ayuda</i>	- 89 -
5.1.8.9.	<i>Grado de satisfacción con el uso de ARForestal</i>	- 90 -
5.2.	Resultados	- 91 -
CONCLUSIONES		- 92 -
RECOMENDACIONES		- 94 -
GLOSARIO DE TÉRMINOS		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2.	Realidad Aumentada	- 8-
Figura 2-2.	Elementos de un Sistema de Realidad Aumentada	- 10 -
Figura 3-2.	Funcionamiento del Sistema de Realidad Aumentada	- 11 -
Figura 4-2.	Imagen Aumentada	- 12-
Figura 5-2.	Anatomy 4D	- 15-
Figura 6-2.	Wikitude	- 20 -
Figura 7-2.	Porcentaje en el mercado por Sistema Operativo Móvil	- 25 -
Figura 8-2.	Cuota de mercado de los Sistemas Operativos Móviles	- 25 -
Figura 9-2.	Arquitectura Android	- 28 -
Figura 10-2.	Distribución de las versiones de Sistema Operativo Android	- 33 -
Figura 11-2.	API del SDK Vuforia	- 36 -
Figura 12-2.	Framework del SDK Metaio	- 40 -
Figura 1-3.	IDE Eclipse	- 43 -
Figura 2-3.	Código Fuente Acceso a datos en Wikitude SDK	- 43 -
Figura 3-3.	Aplicación desarrollada con SDK Wikitude	- 44 -
Figura 4-3.	Elementos del SDK Vuforia	- 44 -
Figura 5-3.	Base de Datos XML con Vuforia	- 45 -
Figura 6-3.	Aplicación desarrollada con Vuforia SDK	- 45 -
Figura 7-3.	Elementos del SDK Metaio	- 46 -
Figura 8-3.	Base de Datos XML con Metaio	- 46 -
Figura 9-3.	Aplicación desarrollada con Metaio SDK	- 46 -
Figura 10-3.	Resultados Totales del Análisis Comparativo	- 59 - -
Figura 1-4.	Fases de la metodología XP	- 61 -
Figura 2-4.	Interfaz de Inicio	- 70 -
Figura 3-4.	Interfaz del Menú	- 70 -
Figura 4-4.	Interfaz Galería	- 70 -
Figura 5-4.	Interfaz Video	- 71 -
Figura 6-4.	Interfaz Animaciones	- 71 -
Figura 7-4.	Interfaz Ayuda	- 71 -
Figura 1-5.	Resultados Pregunta 1	- 81 -
Figura 2-5.	Resultados Pregunta 2	- 82 -
Figura 3-5.	Resultados Pregunta 3	- 83 -
Figura 4-5.	Resultados Pregunta 4	- 84 - -

Figura 5-5.	Resultados Pregunta 5	- - 86 -6 -
Figura 6-5.	Resultados Pregunta 6	- 87 -
Figura 7-5.	Resultados Pregunta 7	- 88 -
Figura 8-5.	Resultados Pregunta 8	- 89 -
Figura 9-5.	Resultados Pregunta 9	- 90 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2.	Realidad Aumentada en el Marketing	- 13 -
Tabla 2-2.	Realidad Aumentada en el Entretenimiento.....	- 14 -
Tabla 3-2.	Realidad Aumentada en la Medicina	- 16 -
Tabla 4-2.	Realidad Aumentada en el Educación	- 17 -
Tabla 5-2.	Realidad Aumentada en la decoración de interiores	- 18 -
Tabla 6-2.	Realidad Aumentada en la Arquitectura	- 19 -
Tabla 7-2.	Realidad Aumentada en el turismo.....	- 20 -
Tabla 8-2.	Cuota de mercado de los Sistemas Operativos Móviles	- 25 -
Tabla 9-2.	Características del Sistema Operativo Android.....	- 26 -
Tabla 10-2.	Versiones del Sistema Operativo Android.....	- 31 -
Tabla 11-2.	Porcentajes de Distribución de las versiones de Android en los dispositivos .	- 33 -
Tabla 1-3.	Parámetros de Comparación entre SDK	- 47 -
Tabla 2-3.	Indicadores a Evaluar	- 48 -
Tabla 3-3.	Escala de Valoración General	- 49 -
Tabla 4-3.	Criterios de Evaluación Lenguajes de Programación	- 50 -
Tabla 5-3.	Datos obtenidos del Parámetro Lenguaje de programación	- 50 -
Tabla 6-3.	Criterios de Evaluación Sistemas Operativos	- 51 -
Tabla 7-3.	Datos obtenidos del Parámetro Sistemas Operativos Móviles	- 51 -
Tabla 8-3.	Criterios de Evaluación Entornos de Desarrollo Integrado.....	- 52 -
Tabla 9-3.	Datos obtenidos del Parámetro Entorno de Desarrollo Integrado	- 52 -
Tabla 10-3.	Criterios de Evaluación Tiempo de Desarrollo	- 53 -
Tabla 11-3.	Datos obtenidos del Parámetro Tiempo de Desarrollo	- 53 -
Tabla 12-3.	Criterios de Evaluación Reconocimiento de Imágenes.....	- 54 -
Tabla 13-3.	Datos obtenidos del Parámetro Reconocimiento de Imágenes.....	- 54 -
Tabla 14-3.	Criterios de Evaluación Reproducción Multimedia.....	- 55 -
Tabla 15-3.	Datos obtenidos del Parámetro Reproducción Multimedia.....	- 55 -
Tabla 16-3.	Criterios de Evaluación Tipo de Licencia.....	- 56 -
Tabla 17-3.	Datos obtenidos del Parámetro Tipo de Licencia	- 56 -
Tabla 18-3.	Resultados Totales del Análisis Comparativo	- 58 -
Tabla 1-4.	Historia de Usuario 1	- 64 -
Tabla 2-4.	Historia de Usuario 2	- 64 -
Tabla 3-4.	Historia de Usuario 3	- 65 -
Tabla 4-4.	Historia de Usuario 4	- 65 -
Tabla 5-4.	Historia de Usuario 5	- 66 -

Tabla 6-4.	Plan de Entregas	- 66 -
Tabla 7-4.	Iteración 1	- 67 -
Tabla 8-4.	Iteración 2	- 67 -
Tabla 9-4.	Iteración 3	- 67 -
Tabla 10-4.	Iteración 4	- 68 -
Tabla 11-4.	Iteración 5	- 68 -
Tabla 12-4.	Velocidad de Proyecto	- 68 -
Tabla 13-4.	Tabla ImagenTarget.....	- 69 -
Tabla 14-4.	Diccionario de Datos ImagenTarget	- 72 -
Tabla 15-4.	Herramientas utilizadas para el desarrollo	- 72 -
Tabla 16-4.	Pruebas RF1	- 74 -
Tabla 17-4.	Pruebas RF2	- 74 -
Tabla 18-4.	Pruebas RF3	- 75 -
Tabla 19-4.	Pruebas RF4	- 76 -
Tabla 20-4.	Pruebas RF4	- 77 -
Tabla 1-5.	Variables	- 79 -
Tabla 2-5.	Operacionalización de las Variables.....	- 79 -
Tabla 3-5.	Resultados Pregunta 1.....	- 80 -
Tabla 4-5.	Resultados Pregunta 2.....	- 81 -
Tabla 5-5.	Resultados Pregunta 3.....	- 82 -
Tabla 6-5.	Resultados Pregunta 4.....	- 83 -
Tabla 7-5.	Resultados Pregunta 5.....	- 85 -
Tabla 8-5.	Resultados Pregunta 6.....	- 87 -
Tabla 9-5.	Resultados Pregunta 7.....	- 88 -
Tabla 10-5.	Resultados Pregunta 8.....	- 89 -
Tabla 11-5.	Resultados Pregunta 9.....	- 90 -

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Modelo de la Encuesta

Anexo B: Manual Técnico de la aplicación ARForestal

Anexo C: Manual de Usuario de la aplicación ARForestal

RESUMEN

La implementación de una aplicación móvil de realidad aumentada como herramienta tecnológica de apoyo para la enseñanza y aprendizaje de las especies florales dentro del campus de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, específicamente para los estudiantes y docentes de la Escuela de Ingeniería Forestal. Para esto se realizaron tres aplicaciones prototipo desarrolladas con las herramientas Vuforia, Metaio y Wikitude, y posteriormente un análisis comparativo del cual se obtuvo como resultado que el SDK Vuforia es la herramienta con las mejores características al cumplir con un porcentaje del 89,29% de los parámetros establecidos, el SDK Metaio tiene un 75% y el SDK Wikitude cumple con un 67,85%. Una vez determinado a Vuforia como el mejor SDK se desarrolló la aplicación móvil denominada ARForestal la cual trabaja conjuntamente con un catálogo de imágenes de algunas plantas y debe ser instalado en un dispositivo móvil con el sistema operativo Android como Tablets o teléfonos inteligentes con cámara integrada. La aplicación fue probada por un total de 60 estudiantes y 5 docentes de la Escuela de Ingeniería Forestal y evaluada por medio de una encuesta en donde se determinó que un 96,9% de los encuestados piensan que la utilización de la realidad aumentada en la educación sí es una tecnología que puede contribuir a que los estudiantes comprendan de manera más rápida y efectiva los conceptos o teorías presentados en sus materias. El 3,1% dicen que no ven como una herramienta efectiva para el proceso de enseñanza aprendizaje ya que se deja a un lado la relación y la comunicación directa entre el docente y el alumno para sustituirla por una comunicación virtual entre el alumno y sus dispositivos móviles. Por lo que se recomienda la utilización de la tecnología de realidad aumentada como herramienta en el proceso de enseñanza y aprendizaje de temas complejos para materias en niveles de educación primarios, secundarios y superiores.

Palabras Clave: /REALIDAD AUMENTADA/ ANÁLISIS COMPARATIVO / ANDROID / APLICACIÓN MÓVIL/ DISPOSITIVO MÓVIL / EDUCACIÓN / ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL / FLORICULTURA

SUMMARY

The implementation of a mobile augmented reality application as a technological tool to support the teaching and learning of floral species within the campus of the Polytechnic University of Chimborazo, specifically for students and teachers from of the Forestry School. For this three prototype applications developed with Vuforia, Wikitude and Metaio tools were made, and then a comparative analysis which was obtained as a result that Vuforia SDK is the tool with the best features to meet a percentage of 89.29% of established parameters, the SDK Metaio has 75% and the Wikitude SDK complies with 67.85%. Once determined to Vuforia as the best SDK mobile application called ARForestal which works together with a catalog of images of some plants and must be installed on a mobile device using the Android operating system like Tablets and smartphones with built-in camera was developed. The application was approved for a total of 60 students and five teachers of the Forestry School and evaluated through a survey in which it was determined that 96.9% of respondents think that the use of augmented reality in education if it is a technology that can help students understand more quickly and effectively the concepts and theories presented in its materials. 3.1% say they see as an effective tool for teaching-learning process as it sets aside the relationship and direct communication between teacher and student to substitute a virtual communication between the student and devices mobile. Therefore the use of augmented reality technology as a tool in the process of teaching and learning subjects in complex issues to levels of primary, secondary and higher education is recommended.

Keywords: / AUGMENTED REALITY / COMPARATIVE ANALYSIS / ANDROID / APPLICATION MOBILE / MOBILE DEVICE / EDUCATION / ENGINEERING FOREST SCHOOL/ FLORICULTURE

INTRODUCCIÓN

El uso de dispositivos móviles como tablets, smartphones, laptops, videoconsolas, cámaras fotográficas y de video en la actualidad ha sufrido un incremento; por su facilidad de uso y cantidad de campos de aplicación, se están convirtiendo en aparatos de uso diario y vital para las personas, ya sea en su trabajo, para sus estudios, para su diversión y hasta para su descanso.

Estos dispositivos a pesar de su tamaño poseen una gran capacidad de procesamiento y almacenamiento por lo que soportan una gran cantidad de aplicaciones móviles utilizables en diferentes campos como la educación, el trabajo, la diversión, etc., y de diferentes categorías como: compras, comunicación, deportes, educación, entretenimiento, finanzas, fotografías, medicina, multimedia, tiempo, transporte, viajes además de widgets y bibliotecas adicionales para otras aplicaciones. Todas estas novedades hacen que el uso de los dispositivos móviles sea cada vez más común. Dispositivos como tablets y smartphones poseen otros recursos hardware incorporado en sus equipos como cámaras, acelerómetros o GPS lo que los hace más completos y funcionales. Con la ayuda de aplicaciones móviles específicas se convierten en herramientas muy poderosas. La denominada Realidad Aumentada es uno de los campos aplicativos en donde se puede utilizar estos dispositivos siempre y cuando tengan incorporada una cámara, la cual nos da una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real; es decir añaden información virtual a la información física ya existente. La realidad aumentada ofrece infinidad de nuevas posibilidades de interacción, que hacen que esté presente en muchos y varios ámbitos, como son la arquitectura, el entretenimiento, la educación, el arte, la medicina, la industria, la publicidad o las comunidades virtuales. A continuación este trabajo pretende realizar una investigación del campo aplicativo de la Realidad Aumentada en la educación, a través del desarrollo de un Sistema de Realidad aumentada implementado en un dispositivo móvil con sistema operativo Android; este sistema será probado en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal para determinar su nivel de incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje.

CAPITULO I

1. MARCO REFERENCIAL

Antes de realizar un trabajo investigativo es importante hacer un análisis previo de la situación pasada, actual y futura con el afán de proponer una solución al problema identificado. Por lo que el presente capítulo muestra y describe los fundamentos en los cuales se basa y desarrolla el trabajo investigativo y práctico ya que se describe aspectos como: antecedentes, objetivos, problemas, justificación y se plantea la hipótesis la cual luego de un proceso de validación y verificación se determinará si esta hipótesis es aceptada.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad el uso de dispositivos móviles por parte de las personas ha crecido enormemente y junto con esto también el desarrollo tecnológico de estos dispositivos ha evolucionado rápidamente. Estos dispositivos cada día se están volviendo imprescindibles en nuestras vidas y la mayoría de personas poseen uno, ya que nos brindan posibilidades innumerables de ayuda, en nuestro trabajo, en nuestros estudios, en nuestra vida social, etc.

A medida que estos dispositivos van evolucionando su funcionalidad e integración con otros dispositivos y aplicaciones también lo han hecho. Desde hace tiempo atrás se ha buscado crear mundos virtuales tratando de emular situaciones del mundo real, pero hoy en día se busca la integración de estos dos mundos con la llamada realidad Aumentada, la cual nos brinda muchas posibilidades aplicativas que están siendo actualmente investigadas.

La realidad aumentada es la superposición del espacio físico con el digital y que se consigue gracias a las tecnologías. Los smartphones y tablets son un pequeño ejemplo que permiten a través de su cámara y una aplicación específica, aportar información adicional sobre un espacio físico real sin sustituirlo, es decir, sobreimprimiendo la información nueva sobre el mundo real. La realidad aumentada tiene aplicaciones en muchos ámbitos, la medicina, el turismo, la industria, la publicidad, la educación, etc.

En el campo de la educación no es una aportación nueva, en los años 90 ya se hicieron prácticas en la Universidad de Columbia, pero los aparatos eran costosos, enormes y difíciles de transportar. Ahora con la aparición de aparatos como los smartphones o tablets que cualquier persona puede tener, la realidad aumentada en la educación parece al alcance de todos. En el campo de la educación tiene múltiples ventajas en el aula ya que estimula el aprendizaje de los alumnos y los motivan a trabajar e interactuar en entornos 3D.

En el mercado ya existen algunas aplicaciones que permiten reproducir realidad aumentada en los dispositivos móviles. Sin embargo, existen otros dispositivos específicos y cuyo coste es más elevado, como las recientes gafas presentadas por Google denominadas Google Glass.

Dada esta revolución tecnológica que se vive se puede observar que recursos físicos tales como los libros, revistas o catálogos tradicionales están siendo suplantados por libros electrónicos denominados también ebooks o libros electrónicos, lo que hace suponer a largo plazo estos pueden terminar por desaparecer. La influencia tecnológica está afectando a personas en todo nivel educativo ya que hoy en día es normal ver a los estudiantes en escuelas, colegios o universidades utilizando algún tipo de dispositivos móviles en gran parte del tiempo para jugar o para comunicarse con sus amigos.

Estos dispositivos vienen dotados de su propio sistema operativo cada uno con sus ventajas y desventajas frente a los otros y para el desarrollo de aplicaciones existen en el mercado muchas herramientas que diferentes empresas ponen a disposición de los desarrolladores con el afán de incentivarlos a construir sus propias aplicaciones, este conjunto de herramientas son denominados Software Development Kit o por sus siglas en inglés SDK y traducido al español es Kit de Desarrollo de Software.

Un programador suele recibir el SDK del sistema para el que se está escribiendo el programa. Incluso, a veces el SDK puede descargarse de Internet. Este SDK le permite al programador crear aplicaciones para un sistema operativo en concreto, por ejemplo ciertos paquetes de software, frameworks, plataformas de hardware, computadoras, videoconsolas, sistemas operativos, etc.

Por ejemplo el SDK de Android, incluye un conjunto de herramientas de desarrollo. Comprende un depurador de código, biblioteca, un simulador de teléfono, documentación, ejemplos de código y tutoriales. Aunque este SDK posee una gama de funciones amplia, existen también algunas que no es capaz de realizar por ejemplo para aplicaciones de Realidad Aumentada por lo que algunas empresas han creado sus propios SDK que provee muchas herramientas de desarrollo para

complementar al SDK nativo de Android. Algunos de los SDK para Realidad Aumentada desarrollados son: Vuuforia, Layar, Metaio, Wikitude, Mobile AR, D'Fusion, DroidAR y NyARToolkit. Cada uno de SDK posee funcionalidades y características diferentes que se pueden utilizar dependiendo de los requerimientos de la aplicación que se quiere desarrollar por lo que es importante determinar cuál es la indicada para construir un ARBook el cual consiste en un libro, revista o catalogo físico impreso que incorpora la tecnología de realidad aumentada gracias al reconocimiento de imágenes y sirve como complemento para el proceso de enseñanza aprendizaje.

En la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH se realizan estudios de la flora y fauna del ecosistema, principalmente la existente en el campus politécnico, y se cuenta con un gran repositorio de fotos de todos los ejemplares de flores y plantas de los cuales se desea construir un catálogo de las mismas con el fin de darlos a conocer a la comunidad politécnica y contribuir a su preservación, así como utilizarlo para la impartición de clases a los alumnos de esta escuela.

1.1.2. Lugar de aplicación

Provincia: Chimborazo

Ciudad: Riobamba

Lugar: Escuela de Ingeniería Forestal

1.1.3. Formulación del problema

¿Cómo es posible mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal en el tema de la flora existente en la ESPOCH utilizando un dispositivo móvil y un catálogo de imágenes?

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación Teórica

El desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles como tablets o smartphones es una corriente tecnológica que se encuentra en su punto más alto y las posibilidades de aplicación son muy extensas así como también existen diferentes sistemas operativos para estos dispositivos.

En la actualidad existen conjuntos de herramientas denominados SDK (Software Development Kit) los cuales nos permiten desarrollar aplicaciones software para dispositivos y propósitos específicos, tales como aplicaciones móviles para celulares inteligentes o tablets.

Uno de los sistemas operativos para dispositivos móviles más utilizados y populares en la actualidad es Android por estar basado en otro de los sistemas operativos más famosos del mundo como es Linux.

Para este sistema operativo existe un gran número de aplicaciones para dispositivos móviles con sistema operativo android con diferentes funcionalidades y diferentes tecnologías aplicadas para su creación, un tipo de estas aplicaciones son las que utilizan la llamada Realidad Aumentada la cual trata de integrar el mundo real y el mundo virtual a través de una visión proporcionada por una cámara web.

Por todo esto se hace importante el análisis y estudio de las herramientas SDK que existente en la actualidad para el desarrollo de este tipo de aplicaciones y así determinar sus ventajas, desventajas, funcionalidad, características y limitaciones para elegir las mejores al momento de desarrollar aplicaciones de realidad aumentada.

1.2.2. Justificación Practica

El uso de dispositivos móviles como minilaptops, tablets, smarthphones, videoconsolas, reproductores de audio y video, etc., es muy común hoy en día y debido al gran impacto que están teniendo en las personas, es imprescindible también integrarlos al aspecto educativo, es decir explotar el gran potencial que tienen estos dispositivos y sacarles provecho. Por lo que se cree necesaria la creación de una aplicación para dispositivos móviles basada en Realidad Aumentada y su integración a la enseñanza en la Escuela de Ingeniería Forestal a través de libros interactivos o catálogos electrónicos, en los cuales se podrá visualizar imágenes o animaciones en 3D, videos o texto con la ayuda de la cámara y la pantalla integrada en el dispositivo móvil.

El ARForestal consiste en animaciones, construidas para funcionar con Realidad Aumentada, relacionadas a temas interesantes, y que por su complejidad son abordados en ocasiones de manera ligera por parte de los docentes.

Las animaciones describen aspectos complejos de manera visual, el texto físico contiene una pequeña explicación de la temática que se presenta en la animación que se presenta. El objetivo

al utilizar ARForestal es que estos temas complejos y en ocasiones difíciles de comprender se vuelvan sencillos y hagan sentido en el aprendizaje del estudiante al poderlos: “manipular”, “rotar”, “observar desde diferentes ángulos” y repetirlos tantas veces como sea necesario hasta comprenderlos de forma efectiva.

La Realidad Aumentada dentro del campo educativo puede ofrecer muchas ventajas, principalmente la posibilidad de una mayor interacción entre el estudiante, el docente y el libro de enseñanza tradicional por medio de un dispositivo móvil y una aplicación instalada en el mismo, la cual puede reconocer una imagen impresa en el catálogo de la flora de la ESPOCH y la cual reproducirá información de la especie descrita en la imagen, esta información puede ser un modelo 3D de la planta, una animación, texto informativo o videos, con lo que se contribuirá a que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más entretenido para los estudiantes y por ende se obtengan mejores resultados académicos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar una aplicación móvil de Realidad Aumentada para la enseñanza de la flora existente en el campus de la ESPOCH para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal.

1.3.2. Objetivos específicos

- Estudiar el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada para dispositivos móviles con sistema operativo Android.
- Realizar un análisis comparativo entre SDK para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada en dispositivos móviles con Sistema Operativo Android.
- Determinar el SDK más idóneo para la creación de la aplicación de realidad aumentada.
- Crear un catálogo de imágenes de la flora existente en la ESPOCH en forma de ARBook.
- Evaluar la incidencia que tiene el uso de la Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal.

1.4. Hipótesis

La incorporación de Realidad Aumentada en el proceso enseñanza–aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal permitirá mejorar el entendimiento y conocimiento del tema de la flora existente en el campus de la ESPOCH.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo recolecta y presenta información teórica relevante que contribuye a la investigación, análisis y construcción de la solución práctica propuesta, se presentan conceptos, definiciones, elementos, características, estadísticas mediante cuadros y gráficos, así como también casos de uso sobre lo que es la tecnología denominada Realidad Aumentada, también de algunas de las herramientas existentes para desarrollo de este tipo de Aplicaciones y así tener un mejor entendimiento del tema y proponer una solución práctica con fundamentos teóricos reales y claros. Además se presenta información sobre lo que son los Dispositivos Móviles y sus Sistemas Operativos, profundizando en el Sistema Operativo Android sobre el cual se desarrolla la aplicación móvil del presente trabajo, y con la ayuda de los SDK Vuforia, Wikitude y Metaio que luego de estudiar sus características y funcionalidades se determina cual es el más idóneo para su construcción.

2.1. Realidad aumentada

2.1.1. Definición

La Realidad Aumentada es una tecnología que permite combinar el mundo real con el mundo virtual a través de la inclusión de elementos creados y proyectados por medio de una computadora, estos son añadidos a la visión común y real que se tiene. Y esta combinación de los 2 mundos puede ser apreciada con la ayuda de un monitor de computadora, dispositivo móvil e incluso con elementos de uso común como gafas o lentes.

A continuación en la Figura 1-2 se muestra la relación existente entre el mundo real y el mundo virtual para crear una nueva realidad denominada Realidad Aumentada.

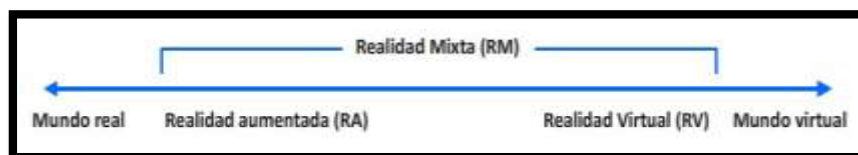


Figura 1-2. Realidad Aumentada

Fuente: <http://www.pdxstudio.com/augmented-reality/definicion-de-realidad-aumentada>

La definición y el uso de este tipo de tecnología está apenas siendo utilizada pero ya desde los años 90 se han dado investigaciones importantes acerca de este tema y se han planteado algunos conceptos como por ejemplo:

En 1994 se presentó un concepto denominado el “Continuo de la Virtualidad”, desarrollado por los investigadores Paul Milgram y Fumio Kishino el cual dice que: La combinación entre elementos de la realidad con elementos virtuales, de manera que según el grado de incidencia de unos u otros se pueden definir cuatro espacios: mundo real, realidad aumentada, virtualidad aumentada y mundo virtual (MILGRAM P., KISHINO A. F. 1994, pp. 1321).

En 1995, **Bareld y Hendrix** se refieren a la realidad aumentada como la ampliación del mundo real con imágenes sintéticas. En este escenario, la imagen sintética se utiliza como un complemento de la escena del mundo real. Sin embargo, no centra la idea de este concepto únicamente en el sentido visual y lo amplía con la idea de aumentar otros sentidos con información táctil o auditiva (BARELD W., HENDRIX C. 1995, pp. 16.).

Por último, **Bimber y Raskar** señalan en el año 2005 que la relación entre mundo virtual y mundo real se establece a través de un vínculo espacial, que comparten ambas realidades. Este hecho implica la existencia de un elemento adicional que se instala en el entorno y que actúa como referencia espacial para situar los objetos virtuales (BIMBER O., RASKAR R. 2005, pp. 55).

2.1.2. Características de la Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada para ser considerada como tal debe cumplir con las siguientes características:

- **Combinación de elementos reales y elementos virtuales:** Permite superponer elementos virtuales como recursos multimedia a elementos reales como imágenes capturadas por una cámara de un teléfono móvil y visualizar el resultado de esta combinación través de la pantalla del mismo.
- **Interacción en tiempo real:** La combinación de elementos reales y virtuales se presentan en el preciso instante en el que se enfoca la cámara a la imagen real.
- **Se registra y opera en entornos 3D:** La posibilidad de interacción con el mundo real permite que se actúe en entornos 3D, así como también existe la posibilidad de mostrar elementos 3D como objetos y animaciones.

2.1.3. Componentes de un Sistema de Realidad Aumentada

Un Sistema de Realidad Aumentada está compuesto de los siguientes elementos principales, mostrados en la Figura 2-2 los cuales interactúan entre sí:

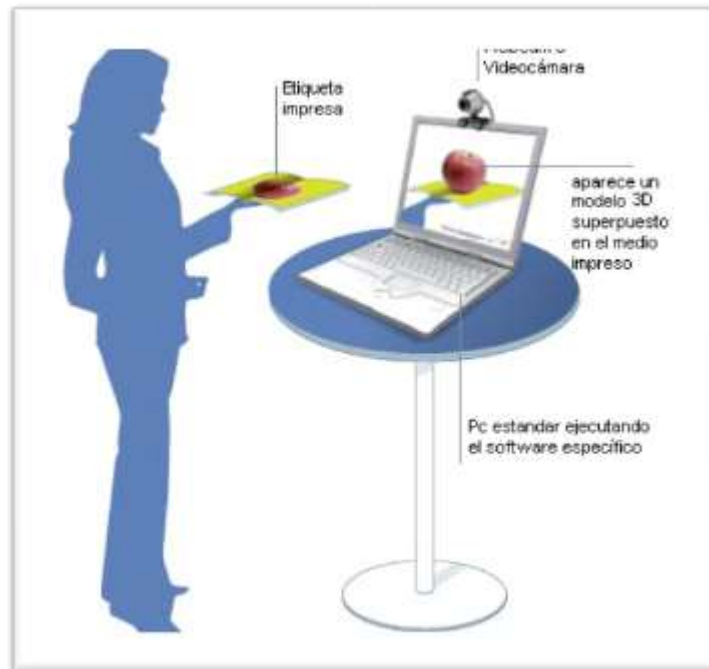


Figura 2-2. Elementos de un Sistema de Realidad Aumentada

Fuente: http://puntodeencuentro.utn.edu.ar/?page_id=366

- a) **Monitor:** Es el elemento en donde se podrá observar el resultado de la combinación entre el mundo real y los elementos virtuales.
- b) **Cámara:** Este elemento es el encargado de obtener la información del mundo Real y enviarla hasta el elemento software.
- c) **Software:** Es el programa que luego de recibir los datos enviados por la cámara se encarga de procesarlos y crear los elementos virtuales para ser presentados en el monitor.
- d) **Marcador:** También denominado Target, básicamente son hojas de papel impresas de imágenes o patrones previamente establecidos las cuales son leídas por la cámara y luego de ser analizada por el software se realiza una acción específica asociada a cada imagen.
- e) **Elementos Extras:** existen algunos sistemas de Realidad Aumentada que por su funcionamiento necesitan algunos elementos extras como por ejemplo acelerómetro, brújula, GPS, micrófono o algún elemento que permitan suministrar información al sistema.

2.1.4. Funcionamiento de un Sistema de Realidad Aumentada

Cada uno de los elementos anteriormente descritos cumple una función importante y única con lo cual se garantiza que el sistema funciones correctamente, el procesamiento de la información que realiza un Sistema de Realidad Aumentada como lo muestra la Figura 3-2 es el siguiente:

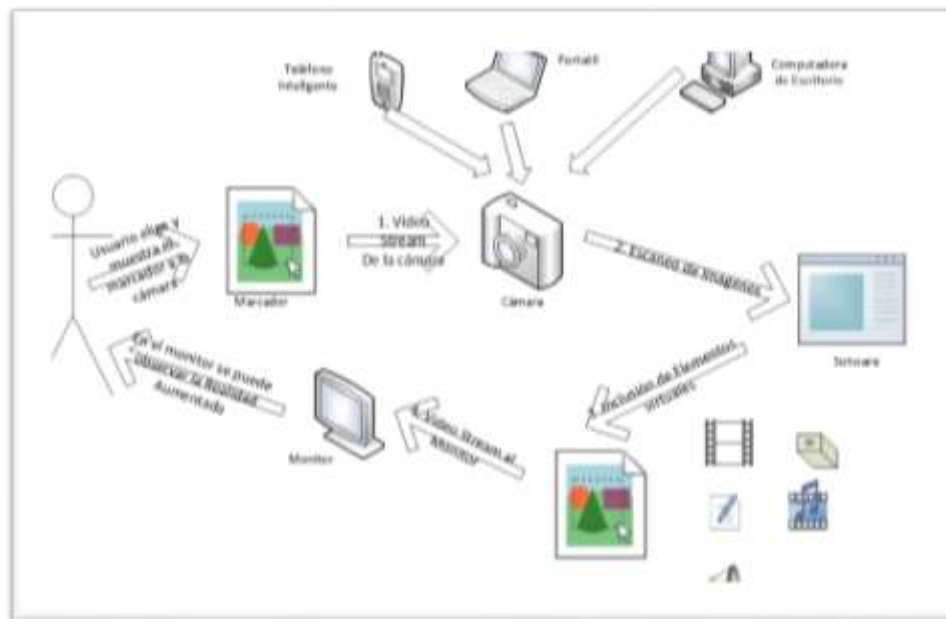


Figura 3-2. Funcionamiento del Sistema de Realidad Aumentada
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Antes de que el proceso automático de un Sistema de Realidad Aumentada entre en funcionamiento es necesario primeramente tener una Base de Datos almacenada con los Marcadores que son un conjunto de imágenes digitales e impresas. Además de una colección de elementos multimedia como videos, modelos y animaciones en 3D, sonidos y e imágenes los cuales están atados a cada uno de los Marcadores, los cuales se combinan durante el proceso de crear la denominada Realidad Aumentada, y ya con estos elementos a continuación el Hardware y Software empezaran a procesar la información mediante el siguiente proceso:

- **Video Stream de la Cámara**

La cámara instalada en aparatos como teléfonos inteligentes, tablets, computadoras portátiles o de escritorio es la encargada obtener los datos de la imagen o Marcador via streaming (distribución de multimedia continua) es decir recibe los datos del mundo real para procesarlos.

- **Escaneo de Imágenes o Marcadores**

La cámara se encarga de escanear la imagen impresa en el Marcador, obtiene sus puntos referenciales y únicos de cada imagen y los convierte en datos binarios los cuales posteriormente son enviados al programa Software.

- **Inclusión de Elementos Virtuales**

Cada imagen de Marcador escaneado es única y tiene asociada a ella uno o más elementos virtuales como pueden ser: imágenes, sonidos, videos, texto, modelos 3D o animaciones. Y una vez el software del sistema procesa los datos recibidos por la cámara sabe cuál imagen ha sido identificada y cuál de estos elementos virtuales que debe incluirles o aumentarles.

- **Video Stream al Monitor**

Para que el proceso de un Sistema de Realidad Aumentada se complete es necesario presentar el resultado del procesamiento del software y este se lo hace a través del monitor que puede ser la pantalla de un teléfono inteligente, el monitor de una computadora o un proyector. Aquí se puede ver la combinación del mundo real es decir de la imagen impresa en el Marcador incluidos los elementos relacionados con este marcador como se lo puede ver en la Figura 4-2.



Figura 4-2. Imagen Aumentada

Fuente: <http://www.pitboxmedia.com/realidad-aumentada-de-alta-calidad/>

2.1.5. Campos de Aplicación de la Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada es una tecnología con mucho futuro en campos de aplicación variado, la capacidad de crear un mundo nuevo a partir de la combinación del mundo real y del mundo virtual nos ofrece la oportunidad de dar una nueva visión de las cosas a las personas. Esta tecnología ha ido evolucionando en los últimos años gracias a los avances tecnológicos en hardware y software que día a día da pasos agigantados con el afán de resolver problemas cotidianos, facilitar el trabajo y aumentar la productividad de las personas.

La Realidad Aumentada también se ha convertido en una solución tecnológica económica la cual básicamente utiliza una cámara convencional instalada en la PC, teléfono móvil, tablets u otros dispositivos similares, conjuntamente con marcadores impresos y un equipo hardware y software con algoritmos de reconocimiento de imágenes y patrones.

Lo que en los primeros años era simplemente una investigación, hoy ya ha llegado al público en general en diferentes campos de aplicación, entre los cuales se mencionan:

2.1.5.1. Marketing

Esta tecnología ofrece un gran impacto visual, por lo que el campo publicitario posee un gran número de aplicaciones. Las grandes empresas han optado por utilizar la Realidad Aumentada como canal publicitario para sus marcas y productos. Algunos ejemplos se pueden visualizar en la Tabla 1-2:

Tabla 1-2. Realidad Aumentada en el Marketing

EMPRESA	APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
AUDI	Audi R8	Catálogo de información y visualización de modelos en 3D de los autos.
McDonald's	McMission	Es un juego que incluye una gran cantidad de información de la empresa: desde el uso de energía renovable hasta la correcta gestión de residuos.
Marxent	Moosejaw	Permite ver un catálogo de ropa interior virtual.
IBM	IBM Shopping	Permite revisar y escoger el producto en el supermercado
IKEA	Catalogue IKEA	Catálogo de Realidad Aumentada para visualizar los productos en 3D y ubicarlos en la casa en forma visual.
Lego	Lego DigitalBox	Permite conocer el producto sin necesidad de abrir la caja, permite explorar el contenido e instrucciones.

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

2.1.5.2. Entretenimiento

Otro de los campos con gran porcentaje de utilización de este tipo de tecnología es el del entretenimiento, es un mercado que supera los 30.000 millones de dólares sólo en los Estados Unidos, resulta una apuesta interesante para las compañías innovar con productos que sorprendan a los usuarios (Garrido F, Campos de Aplicación, 2014). Algunos de los juegos de Realidad Aumentada más reconocidos son:

Tabla 2-2. Realidad Aumentada en el Entretenimiento

Juego	Descripción
<p>The Invisible Train</p> 	<p>Es un juego multiusuario colaborativo, en el que los jugadores controlan trenes virtuales en las vías del tren en miniatura de madera real.</p>
<p>Droid Shooting</p> 	<p>Juego en donde se tiene que destruir a los pequeños Androides que están volando en un supuesto escenario que puede ser cualquier habitación.</p>
<p>Ingress</p> 	<p>Este juego combina la realidad aumentada con el geoposicionamiento y elementos de juegos de rol. La temática de este juego se basa en que el mundo ha sido invadido por una extraña forma de energía.</p> <p>Hay que desplazarse por el mundo real utilizando un dispositivo Android para descubrir y aprovechar las fuentes de esta misteriosa energía.</p>
<p>Table Soccer</p> 	<p>Desarrollado por PlayStation, a travez de tarjetas de juego se crean tu propio estadio de futbol y se puede jugar con otros usuarios en modo Ad Hoc.</p>

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Y además de los juegos, otro de los campos del entretenimiento en donde se trata de incluir y explotar este tipo de tecnología es el del TEATRO, TELEVISIÓN Y CONCIERTOS en donde se puede incluir elementos virtuales en forma de efectos especiales, objetos decorativos e interactivos.

2.1.5.3. Medicina

En el campo de la medicina la Realidad Aumentada se está aplicando en campos como el de la cirugía, que a través de la toma de resonancias magnéticas e imágenes virtuales del interior de un paciente de manera no invasiva y realizar procedimientos quirúrgicos en tiempo real, con lo que se tiene mayor garantía de seguridad.

También la Realidad Aumentada puede ayudar a proporcionar mayor información sobre análisis de exámenes como radiografías u otras herramientas de diagnóstico. Una de las aplicaciones de Realidad Aumentada muy utilizada en el campo de la medicina es la llamada Anatomy 4D (Figura 5-2.) que permite a los usuarios interactuar de una forma más simple y práctica con información compleja respecto al cuerpo humano.

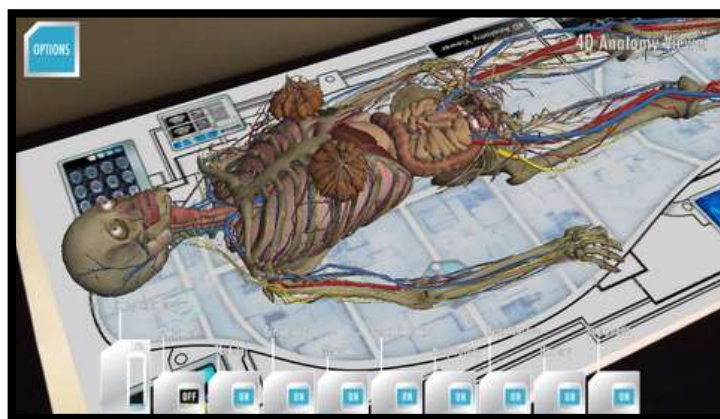


Figura 5-2. Anatomy 4D

Fuente: <http://www.capital.cl/vida-y-estilo/2013/03/26/110331-el-futuro-ya-esta-aqui-8-aplicaciones-que-te-haran-sentir-en-otra-era>

Un punto en contra que tiene y el cual no ha permitido que en el campo de la medicina la Realidad Aumentada no despegue es el grado de complejidad y exactitud que los algoritmos deben tener para que se combinen perfectamente el cuerpo humano real con los elementos virtuales ya que una falla en esto podría tener consecuencias graves en un paciente durante por ejemplo una cirugía.

Sin embargo al ser un campo prometedor existen muchas investigaciones en curso para lograr que esta tecnología evolucione y sea de gran ayuda para la medicina. Otros ejemplos de aplicaciones de la Realidad Aumentada para la medicina se pueden observar en la Tabla 3-2:

Tabla 3-2. Realidad Aumentada en la Medicina

Aplicación	Descripción
<p>MyOrgans</p> 	<p>Permite proyectar sobre nuestro cuerpo una representación anatómica de diferentes sistemas y aparatos. Además permite coordinar los movimientos del cuerpo con lo proyectado.</p>
<p>Augmented Reality Liver Viewer</p> 	<p>Aplicación que muestra la anatomía del hígado junto con algunas patologías comunes del mismo, además de bastante contenido de texto y animaciones.</p>
<p>iSkull</p> 	<p>Muestra una representación del cráneo humano en forma de modelo 3D y de los huesos del que se compone.</p>

Fuente: <http://www.somosmedicina.com/2013/08/realidad-aumentada-en-las-aulas-de.html>

2.1.5.4. Educación

Con la evolución tecnológica y la presencia de esta en todo ámbito de nuestras vidas a través de la televisión, videojuegos, dispositivos móviles, etc., hoy los alumnos llegan a las aulas sobre estimulado y los elementos de enseñanza tradicional como libros, cuadernos o pizarrones ya no atrae su atención. Por lo que la realidad aumentada se ha tomado como una herramienta que de nueva vida a estos elementos al combinarlos con elementos virtuales lo que además de aumentar la interactividad con el alumno, ayudan a estimular la percepción así como también la comprensión de conceptos (Espiral, 2012, p 135).

Desde ya hace algún tiempo se han venido desarrollando proyectos educativos con la inclusión de esta tecnología, aquí en la Tabla 4-2 se puede ver algunos de ellos:

Tabla 4-2. Realidad Aumentada en el Educación

Proyecto	Descripción
PROYECTO AUMENTA.ME	Proyecto que nace con un afán investigador, didáctico y divulgador, con el objetivo de acercar la tecnología de la Realidad Aumentada al ámbito educativo. En este proyecto interviene profesorado de todos los niveles, ámbitos y etapas educativas, investigadores en el campo de la tecnología educativa, diseñadores de materiales didácticos y empresas e instituciones relacionadas con las tecnologías de la información en el ámbito educativo en España.
PROYECTO AUMENTATY	Proyecto impulsado por el grupo de investigación LabHuman de la Universidad Politécnica de Valencia, que proporciona herramientas de edición y visualización de forma totalmente gratuita, para que docentes y alumnos puedan iniciarse en la creación de sus propios contenidos en Realidad Aumentada de una forma sencilla.
AR-BOOKS	Es una editorial de libros de realidad aumentada que aúna tecnología y tradición con el objetivo de reinventar la forma de leer los libros, complementando las ilustraciones y fotografías con una experiencia tridimensional.
TALENTUM SCHOOLS	Iniciativa creada por la Empresa TELEFÓNICA para instruir a los alumnos desde edades tempranas en temas como programación, robótica y realidad aumentada.
PROYECTO EDUCOLAC	Utiliza la geolocalización y realidad aumentada, con lo que los alumnos, docentes o familias tienen la posibilidad de crear itinerarios, rutas, escenarios y puntos de interés para la realización de proyectos dentro de un determinado territorio.
PROYECTO SKILLBOX	Proyecto ecuatoriano que aplica tecnología de realidad aumentada para personas con capacidades especiales, es un conjunto de juegos y cuentos interactivos con el fin de estimular la sicomotricidad de las personas.

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

2.1.5.5. Decoración

Es uno de los campos más sencillos de aplicación y por eso también es ampliamente utilizado, aunque su utilización es de las más recientes su uso es variado en este campo.

Gracias a la posibilidad de incluir elementos virtuales en una ambiente real, con lo que antes de realizar una modificación sobre una habitación, es posible visualizar los efectos de estos cambios antes de realizarlos. Realizar múltiples modificaciones sobre una habitación hasta obtener el resultado deseado, pero con la Realidad Aumentada estos gastos se reducen considerablemente. Es posible calcular el espacio de habitaciones para distribuir mejor los elementos así como probar combinaciones de colores y mostrar al cliente un perspectiva casi completa de como quedara el producto final de su trabajo. Algunos de los proyectos existentes dentro del campo de la decoración se ven en la Tabla 5-2:

Tabla 5-2. Realidad Aumentada en la decoración de interiores

APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Catalogo IKEA	Permite visualizar algunos modelos 3D y videos de los productos ofertados por la empresa IKEA. Para dar una perspectiva más realista de los productos a los clientes.
Photo Measures	Esta aplicación con la simple opción de tomar una foto es capaz de tomar las medidas de las habitaciones, mobiliario, electrodomésticos o cualquier objeto se desea medir. Permite realizar acotaciones y anotaciones en tiempo real.
Home Design 3D	Permite crear planos en 2D y situar objetos, además de dar la posibilidad de visualizar proporciones de espacio, distancias y luminosidad.
Paint my Wall.	Aplicación que permite manipular los colores de paredes, muebles, tapices, alfombras o cortinas para encontrar la combinación perfecta para nuestro gusto.

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

2.1.5.6. Arquitectura

En años pasados una herramienta indispensable en el campo de la arquitectura era la construcción de maquetas o modelos a escala de construcciones, las cuales los arquitectos utilizaban para mostrar a sus clientes una perspectiva del proyecto a construir. Hoy con la Realidad Aumentada es posible construir reproducciones casi exactas virtuales y además enriquecidas con animaciones, información e interacción para el cliente. Varias aplicaciones y proyectos se han desarrollado pensando en este campo como se ven en la Tabla 6-2:

Tabla 6-2. Realidad Aumentada en la Arquitectura

APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Doing3D	Aplicación que permite descubrir y compartir contenido virtual tal como información, imágenes, video y objetos y animaciones tridimensionales interactivas sobre varias temáticas, entre ellas la arquitectura.
Visuarq	Permite mostrar proyectos terminados sobre plano haciendo que el cliente se sitúe en la escena real e imagine exactamente cómo será su futura casa, e incluso podrá hacer reformas de los espacios de forma práctica.
Realmart	Permite a tu cliente configurar y visualizar productos industriales, como un automóvil, y modificarlos en función de sus preferencias: cambiar el color, añadir accesorios, elegir el equipamiento, modificar las dimensiones.
Visuarteck	Permite presentar proyectos arquitectónicos de manera innovadora, llamativa e interactiva.

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

2.1.5.7. Turismo

Hoy es uno de los campos en los que la Realidad Aumentada está teniendo mucha evolución gracias a las posibilidades que nos ofrece. Existen aplicaciones por ejemplo que ofrecen guías virtuales de lugares turísticos específicos que se utilizan con la ayuda de dispositivos móviles como teléfonos inteligentes o tablets, las cuales interactúan directamente en museos o monumentos y estas ofrecen mayor información acerca de cada uno de estos.

Otro tipo de aplicaciones como Wikitude (Figura 6-2.) que utiliza la información geo referencial del mundo real y dentro de una ciudad captada por el GPS, e interactuando con el acelerómetro

de los dispositivos móviles. Es posible obtener la ubicación exacta de lugares de interés para los turistas como museos, estatuas, monumentos, hoteles, restaurantes, teatros, parques, estacionamientos, etc. Lo que es de gran ayuda para turistas que muchas veces no cuentan con un guía turístico.



Figura 6-2. Wikitude

Fuente: <http://www.wikitude.com/app/how-to-use-wikitude/>

Algunos otros ejemplos de proyectos de realidad aumentada para turismo según la Tabla 7-2 son:

Tabla 7-2. Realidad Aumentada en el turismo

APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Visuartour	Permite dar a conocer yacimientos arqueológicos y monumentos históricos tal como fueron construidos, con el fin de dar a conocer el patrimonio histórico y cultura de las ciudades
Guía Turística de Segovia	Guía turística que aplica la realidad aumentada para dar información más relevante para que los turistas la conozcan más a fondo.

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

2.2. Dispositivos móviles

2.2.1. Definición

Un dispositivo móvil es un aparato electrónico de tamaño pequeño que las siguientes características:

- Tiene capacidades de procesamiento de información
- Ofrecen conexión permanente o intermitente a la red

- Posee memoria limitada
- Poseen una función principal y da la posibilidad de desarrollo de nuevas funciones
- Es portable
- Su posesión y operación se asocian a una sola persona, la cual lo puede personalizar a su gusto.

Son considerados como computadoras pequeñas pero tiene algunas características que las diferencia de las computadoras tradicionales son:

- Tienen menores funcionalidades
- No permiten mayor cambio en su estructura
- Tiene menor tiempo de vida útil
- Son más baratos
- Su manejo es menos complicado y operación
- No es necesario ser un experto para utilizarlos

2.2.2. Tipos de Dispositivos Móviles

a. Dispositivos Móviles de Datos Limitados

Son dispositivos de pantalla pequeña de tipo texto y ofrecen funcionalidades o servicios limitados como llamadas telefónicas, sms o conexión WAP. Ejemplo:

Teléfonos Móviles

Su principal función es la de realizar y recibir llamadas telefónicas así como también el de enviar y recibir mensajes de texto, además pueden poseer algunas otras funciones básicas (radio, linterna, calculadora).

b. Dispositivos Móviles de Datos Básicos

Se caracterizan por tener pantallas de tamaño mediano, menús, navegación basada en iconos, conexión a internet, navegación web, llamadas telefónicas y sms, entre otras funcionalidades. Ejemplo:

Teléfono Inteligente (Smarthphone)

Además de las funcionalidades de un teléfono móvil tradicional, por su capacidad de procesamiento este ofrece nuevas características y funciones como: mejor resolución de pantalla,

mejor resolución de cámara, grabación de videos, GPS, lectura y edición de documentos, juegos y navegación web.

Videoconsolas de Juego

Es un dispositivo especialmente diseñado para jugar, permiten la instalación de juegos de video o ejecución de los mismos a través de cd, cartuchos u otro tipo de dispositivo de entrada. Además de dar la posibilidad de utilizarlo como reproductor multimedia e instalación de nuevas aplicaciones. Algunas de las consolas de juegos portátiles más conocidas en la actualidad son: PSVita, Nintendo 3DS, PSP y GameBoy.

c. Dispositivos Móviles de Datos Mejorados

Su pantalla es de tamaño mediano y grande, además de contar con las funcionalidades básicas de los dispositivos móviles anteriores posee un conjunto de funcionalidades extensas y sus capacidades de procesamiento y almacenamiento son altas. Ejemplo:

Tablets

Es casi considerada como una computadora portátil pero no posee teclado físico, es de mayor tamaño a un teléfono inteligente y su interacción es a través de una pantalla táctil con los dedos o lápiz óptico.

2.2.3. *Sistemas Operativos para Dispositivos Móviles*

Sabiendo que un Sistema Operativo es un programa que controla la interacción entre el hardware, software y el usuario, además de gestionar los recursos de una computadora, un Sistema Operativo Móvil es exactamente lo mismo pero está diseñado para dispositivos móviles.

El tipo de sistema operativo de los dispositivos móviles determinara las capacidades y funcionalidades del dispositivo en el cual está instalado.

A continuación se describen algunos de los sistemas operativos móviles más conocidos en la actualidad.

2.2.3.1. *Sistema Operativo Android*

Es un Sistema Operativo desarrollado en sus primeras versiones por la empresa Android Inc. que después fue adquirida por Google, quien se ha encargado de mejorarlo. Está basado en el conocido sistema operativo Linux es decir también está bajo licencia Open Source.

Su lanzamiento oficial se lo hizo en el año 2007 y el primer teléfono con este sistema operativo se vendió en Octubre del 2008. Este sistema operativo está desarrollado para diferentes dispositivos como son teléfonos, tablets, relojes, televisores y automóviles.

2.2.3.2. Sistema Operativo IOS (Iphone OS)

Es una versión reducida del sistema operativo MAC OSX desarrollado por la empresa Apple INC. Es un sistema optimizado para procesadores ARM, este puede ser instalado en dispositivos de la empresa como Iphone, Ipod, Ipad, Watch y Apple TV, mas no en hardware de terceros. Su lanzamiento inicial fue en Junio del 2007 bajo licencia propietario. Han existido varias versiones desde la 1.0 hasta la 8.0.

2.2.3.3. Sistema Operativo Windows Phone

Sistema Operativo desarrollado por la empresa Microsoft teniendo como objetivo los dispositivos móviles, en un principio se conocido como Windows CE y Windows Mobile. Utiliza algunas convenciones y características de la interfaz de usuario del Windows utilizado en computadoras, además de permitir la integración a servicios propios de la empresa como OneDrive, Skype, Outlook y Xbox Live.

Windows Phone fue presentado en febrero del año 201 bajo licencia propietario de Microsoft. Desde esta fecha han existido algunas versiones desde 7.0 pasando por 7.1, 7.5, 7.8, 8.0, hasta la 8.1, y cada una de ellas con pequeñas actualizaciones.

2.2.3.4. Sistema Operativo BlackBerry OS

Sistema operativo móvil desarrollado por la empresa RIM (Research In Motion) bajo licencia propietaria únicamente para dispositivos de la marca BlackBerry, su desarrollo se remonta al año 1999. En sus primeras versiones fue denominado RIM Os y estuvo instalado en los dispositivos llamados buscapersonas (RIM Os 1.0) hasta hoy se ha lanzado el sistema BlackBerry OS 10.

2.2.3.5. Otros Sistemas Operativos

Además de los sistemas operativos mencionados existen algunos otros poco conocidos por su antigüedad o por ser nuevos en el mercado, entre estos tenemos por ejemplo:

Symbian

En el pasado fue uno de los sistemas más utilizados desarrollado por un conjunto de empresas importantes como Nokia, Sony, Samsung, Siemens, BenQ, Lenovo, LG, Fujitsu y Motorola. Pero hoy ha perdido terreno hasta casi desaparecer por la evolución de los otros sistemas operativos como Android o IOS. Está enfocado a dispositivos móviles de gama baja.

Firefox OS

Sistema operativo móvil para smartphones y tabletas. Es desarrollado por Mozilla Corporation y una gran comunidad de voluntarios de todo el mundo, está escrito en lenguaje HTML5. Está enfocado especialmente en los dispositivos móviles incluidos los de gama baja.

Ubuntu Touch

Sistema operativo móvil basado en Linux. Es desarrollado por la empresa Canonical Ltd. Presentado el 2 de enero de 2013 al público mediante un anuncio en la web de Ubuntu, desarrollado con una interfaz que pueda utilizarse en ordenadores de sobremesa, portátiles, netbooks, tablets y teléfonos inteligentes.

2.2.4. Cuota de Mercado de Sistemas Operativos Móviles

El uso de los sistemas operativos ha ido cambiando de porcentaje en los últimos años, en el gráfico de la Figura 7-2 se observa algunos datos estadísticos:

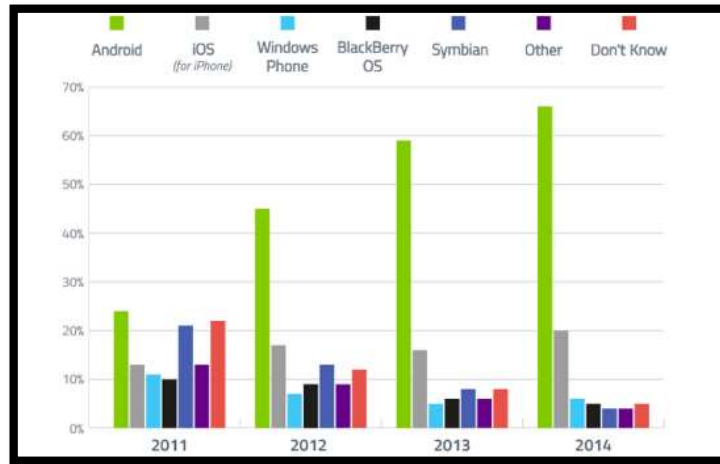


Figura 7-2. Porcentaje en el mercado por Sistema Operativo Móvil
Fuente: Global Web Index

Existe gran variedad de Sistemas Operativos para dispositivos móviles pero entre los más populares y comercializados en el mundo en el año 2013 tenemos según la Tabla 8-2 y la Figura 8-2:

Tabla 8-2. Cuota de mercado de los Sistemas Operativos Móviles

Sistema Operativo	Cuota de mercado (2013)
Android	81%
IOS	12,90%
Windows Phone	3,60%
BlackBerry	1,70%
Otros	0,60%

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

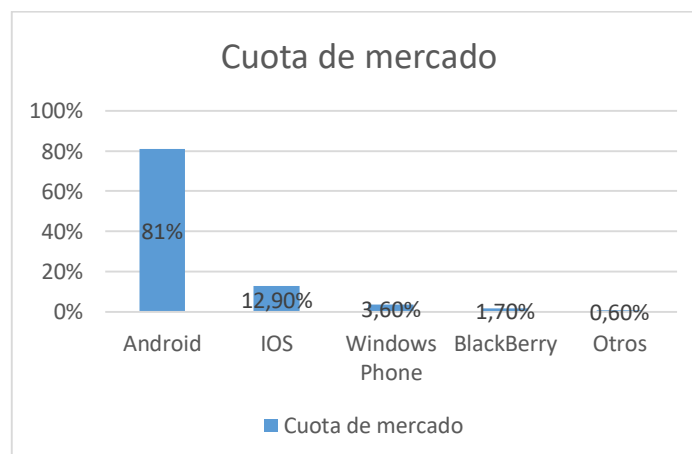


Figura 8-2. Cuota de mercado de los Sistemas Operativos Móviles

Fuente: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24442013>

Como se puede observar en los gráficos el Sistema Operativo con más crecimiento en su uso en estos últimos años es Android que desde el año 2011 hasta el año 2014 ha variado del 27% al 81% del uso en dispositivos móviles en todo el mundo.

Por esta razón se ha escogido este sistema operativo Android para profundizar en su estudio, aquí algunos datos importantes:

2.3. Sistema Operativo Android

Android al ser un Sistema Operativo de código abierto y con tanto éxito en el mercado, los desarrolladores han visto una gran oportunidad para crear aplicaciones y comercializarlas a través de la tienda propia de Google denominada Google Play, cuya aplicación viene instalada de forma nativa en el sistema operativo Android.

El sistema operativo Android se ejecutan en un framework Java en una máquina virtual Dalvik con compilación en tiempo de ejecución. Algunas bibliotecas están escritas en lenguaje C e incluyen un administrador de interfaz gráfica, un framework OpenCore, una base de datos relacional SQLite, una Interfaz de programación de API gráfica OpenGL ES 2.0 3D, un motor de renderizado WebKit, un motor gráfico SGL, SSL y una biblioteca estándar de C Bionic. El sistema operativo está compuesto por 12 millones de líneas de código, incluyendo 3 millones de líneas de XML, 2,8 millones de líneas de lenguaje C, 2,1 millones de líneas de Java y 1,75 millones de líneas de C++.

2.3.1. Características

Tabla 9-2. Características del Sistema Operativo Android

Almacenamiento	SQLite, una base de datos liviana, que es usada para propósitos de almacenamiento de datos.
Conectividad	Android soporta las siguientes tecnologías de conectividad: <ul style="list-style-type: none"> - GSM/EDGE - CDMA, - EV-DO - UMTS, - Bluetooth - Wi-Fi, - LTE - HSDPA, - HSPA+ - WiMAX.
Mensajería	<ul style="list-style-type: none"> - SMS - MMS - Android Cloud to Device Messaging Framework (C2DM)

Navegador web	El navegador web incluido en Android está basado en el motor de renderizado de código abierto WebKit, emparejado con el motor JavaScript V8 de Google Chrome.
Soporte de Java	Se compila en un ejecutable Dalvik y corre en la Máquina Virtual Dalvik que es una máquina virtual especializada, diseñada específicamente para Android y optimizada para dispositivos móviles que funcionan con batería y que tienen memoria y procesador limitados.
Soporte multimedia	Android soporta los principales formatos multimedia como: <ul style="list-style-type: none"> - 3GP - AMR - AAC - MP3 - Ogg Vorbis - JPEG - GIF - MPEG-4 SP, - AMR-WB (en un contenedor 3GP), - HE-AAC (en contenedores MP4 o 3GP), - MIDI, - WAV, - PNG, - BMP.
Soporte para streaming	<ul style="list-style-type: none"> - Streaming - Descarga progresiva de HTML. - Adobe Flash Streaming (RTMP) es soportado mediante el Adobe Flash Player.
Soporte para hardware adicional	<ul style="list-style-type: none"> - Android soporta cámaras de fotos - pantallas táctiles - acelerómetros - magnetómetros - sensores de proximidad y de presión, - sensores de luz - termómetro - Cámara de vídeo, - GPS - giroscopios, - gamepad, - aceleración por GPU 2D y 3D
Entorno de desarrollo	Incluye un emulador de dispositivos, herramientas para depuración de memoria y análisis del rendimiento del software. El entorno de desarrollo integrado es Eclipse usando el plugin de Herramientas de Desarrollo de Android (SDK) y Android Studio.
Tienda Virtual	Google Play es un catálogo de aplicaciones gratuitas o de pago en el que pueden ser descargadas e instaladas en dispositivos Android sin la necesidad de un PC.
Multi-táctil	Android tiene soporte nativo para pantallas capacitivas con soporte multi-táctil que inicialmente hicieron su aparición en dispositivos como el HTC Hero.
Videollamada	Android soporta videollamada a través de Google Talk desde su versión HoneyComb.
Multitarea	Multitarea real de aplicaciones está disponible, es decir, las aplicaciones que no estén ejecutándose en primer plano reciben ciclos de reloj
Características basadas en voz	La búsqueda en Google a través de voz está disponible como "Entrada de Búsqueda" desde la versión inicial del sistema.
Tethering	Android soporta tethering, que permite al teléfono ser usado como un punto de acceso alámbrico o inalámbrico (todos los teléfonos desde la versión 2.2, no oficial en teléfonos con versión 1.6 o inferiores mediante aplicaciones).

Fuente: <http://www.mundomanuales.com/telefonos-moviles/que-es-android-caracteristicas-y-aplicaciones-4110.html>

2.3.2. Arquitectura del Sistema Operativo Android

Para un desarrollador de aplicaciones es importante conocer como está estructurado un sistema operativo, es decir su arquitectura, la cual en el caso de Android está compuesta por varias capas (Figura 9-2.).

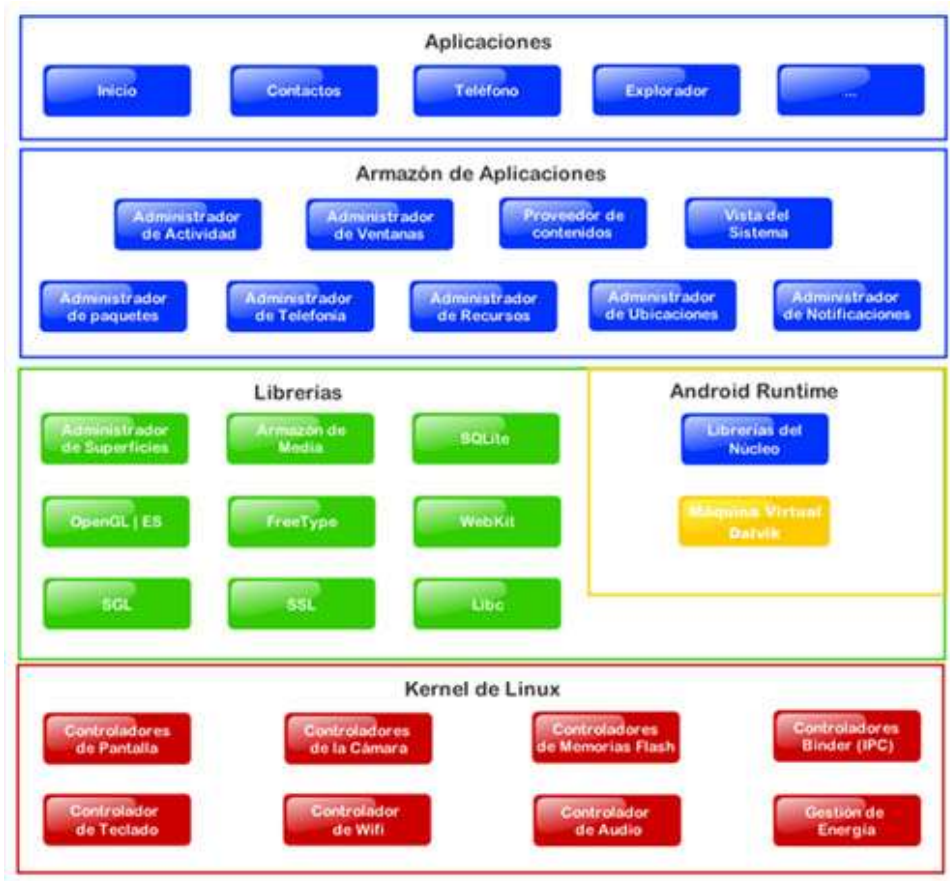


Figura 9-2. Arquitectura Android

Fuente: <http://developer.android.com/>

Este tipo de arquitectura denominada Pila, permite que cada una de las capas se comunican entre sí para poder realizar sus funciones. A continuación se describen las funciones de cada capa.

- **Kernel de Linux (Núcleo)**

El desarrollo del sistema operativo Android está basado en el núcleo o kernel Linux 2.6, pero fue modificado para adaptarse a las características hardware de los dispositivos móviles, lo que permite ejecutar los servicios bases del sistema como seguridad, gestión de memoria, gestión de procesos, pila de red y controladores; es decir actúa como una capa de abstracción entre el Hardware y el Software.

- **Librerías**

Luego del Kernel la siguiente capa en actuar es la de las librerías o también llamadas bibliotecas escritas en lenguaje C o C++ las cuales serán utilizadas por los componentes del sistema. Estas librerías comúnmente son desarrolladas e instaladas por los fabricantes de los dispositivos móviles.

Las librerías permiten dar la funcionalidad a tareas o aplicaciones que se utilizan con frecuencia de modo que no sea necesario codificarlas cada vez que se vayan a ejecutar, ofreciendo una mayor eficiencia. Algunas de las librerías habituales existentes tenemos:

- OpenGL: motor gráfico
- Bibliotecas Multimedia: formatos de audio, imagen y video
- WebKit: navegador
- SSL: cifrado de comunicaciones
- FreeType: fuentes de texto
- SQLite: base de datos

- **Android Runtime (Entorno de Ejecución)**

No se la considera una capa diferente ya que está formada por un conjunto de librerías, pero su diferencia radica en que estas librerías están escritas en lenguaje Java.

Por lo que esta se encarga de las funcionalidades Java y de otras específicas de Android y las ejecuta en el componente principal del entorno que es la Máquina Virtual Dalvik.

Cabe mencionar que aunque Dalvik es una variación de la máquina virtual de Java, no es posible correr aplicaciones Java en Android ni viceversa ya que al desarrollar aplicaciones con el SDK Android se generan archivos ejecutables con extensión .dex que son propias y específicas de Dalvik.

- **Framework de Aplicaciones (Entorno de Trabajo)**

Esta capa está formada por un conjunto de clases y servicios las cuales son utilizadas por las aplicaciones para realizar las funciones para las cuales fueron creadas. Esto permite la reutilización de componentes. Esta capa está conformada por los siguientes componentes:

- **Activity Manager:** Se encarga de administrar las pilas de actividades y de su ciclo de vida.

- **Windows Manager:** Administra las superficies de pantalla que serán ocupadas por las actividades.
- **Content Provider:** Se encarga de encapsular los datos que se comparten entre las aplicaciones para tener control sobre la forma de acceder a la información.
- **Views:** Son elementos que permiten la construcción de interfaces de usuario al momento de desarrollar aplicaciones: las que pueden incluir elementos desde los más básicos como botones, cuadros de texto o listas hasta elementos más avanzados como un navegador web o un visor de mapas.
- **Notification Manager:** Permite administrar las notificaciones para el usuario las que serán mostradas en la barra de estados, además de permitir administrar los sonidos, vibrador o luces LED del dispositivo.
- **Package Manager:** Es la biblioteca que se encarga de administrar la instalación o información de los paquetes es decir de las aplicaciones Android. Los paquetes a instalar sobre un Sistema Operativo Android viene en archivos con extensión .APK (Application Package).
- **Telephony Manager:** La librería que permite administrar la realización de llamadas y envío y recepción de mensajes de texto (SMS).
- **Resource Manager:** Es la encargada de administrar los elementos que forman parte de la aplicación pero que están fuera del código de programación como: cadenas de texto, imágenes, sonidos o layouts.
- **Location Manager:** Este se encarga de la administración de los elementos que determinan la posición geográfica del dispositivo mediante el GPS o redes disponibles y el trabajo con mapas.
- **Sensor Manager:** Permite administrar elementos del hardware del teléfono como el acelerómetro, giroscopio, sensor de luminosidad, sensor de campo magnético, brújula, sensor de presión, sensor de proximidad, sensor de proximidad, es decir administra los elementos que permitan recolectar información para el dispositivo mediante sensores.
- **Cámara:** Se encarga de administrar la cámara del dispositivo para tomar fotos o grabar video.

- **Multimedia:** Permite reproducir y visualizar audio, video e imágenes en el dispositivo.
- **Aplicaciones:** Es la última capa en la cual se incluyen todas las aplicaciones del dispositivo tanto como las que tiene interfaz de usuario como las que no, las nativas y las administradas, las preinstaladas y las que instale el usuario.

2.3.3. Versiones y Evolución del Sistema Operativo Android

Tabla 10-2. Versiones del Sistema Operativo Android

Versión	Nombre	API	Fecha de Lanzamiento	Características
1.0	Apple Pie	1	23/10/2008	<ul style="list-style-type: none"> - Primera versión Android market - Navegador web - Soporte Cámara - Servicio de correo electrónico
1.1	Banana Bread	2	9/02/2009	<ul style="list-style-type: none"> - Archivos adjuntos en mensajes - Teclado numérico en aplicaciones de llamada
1.5	Cupcake	3	30/04/2009	<ul style="list-style-type: none"> - Teclado virtual en pantalla - Widgets - Grabación de Video - Soporte para Bluetooth A2DP
1.6	Donut	4	15/10/2009	<ul style="list-style-type: none"> - Version mejorada Android Market
2.0	Eclair	5	26/10/2009	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización Interfaz de Usuario - Sincronización de contactos con redes sociales
2.0.1		6	3/12/2009	
2.1		7	12/01/2010	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización Interfaz de Usuario - Fondos de pantalla animados - % escritorios - Reconocimiento de Voz - Multitouch
2.2	Froyo	8	20/05/2010	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor velocidad del sistema - Compartir conexión 3G - Soporte Adobe Flash - Instalación de aplicaciones en la tarjeta SD
2.3.3	Gingerbread	10	6/12/2010	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización Interfaz de usuario - Mejora teclado virtual
2.3.4			9/02/2011	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo con comandos de voz

				<ul style="list-style-type: none"> - Soporte VoIP - Soporte videollamada
2.3.5			25/07/2011	
3.0	Honeycomb	11	22/02/2011	<ul style="list-style-type: none"> - Soporte Multinucleo - Encriptacion de datos - Mejoras protocolo HTTPS
		12		
3.1		13	10/05/2011	
3.2		12	15/07/2011	
4.0	Ice Cream Sandwich	15		<ul style="list-style-type: none"> - Versiones para Tablet y teléfonos - Botones virtuales - Seccion Widgets - Reconocimiento facial
4.0.1			19/10/2011	
4.0.2			28/11/2011	
4.0.3			16/12/2011	
4.0.4			28/03/2012	
4.1.x	Jelly Bean	16	9/07/2012	<ul style="list-style-type: none"> - Google Now - Actualizacion cámara de fotos - Gesture Typing - Soporte multiusuario - Quick Settings - Widgets en pantalla de bloqueo - Barra lateral de aplicaciones - Soporte BLE
4.2.x		17	13/11/2012	
4.3		18	24/07/2013	
4.4	Kit Kat	19	31/10/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Grabación de pantalla - Más rápido en dispositivos más lentos - Soporte Bluetooth para vehículos - Compatibilidad Wi-Fi TDLS - Tecnología de impresión sin cables - Nueva API

Fuente: <http://www.adslzone.net/2014/09/23/android-cumple-6-anos-repaso-la-evolucion-del-sistema-operativo-de-google/>

A continuación en la Tabla 11-2 se muestra los porcentajes de Distribución de las distintas versiones del Sistema Operativo Android en los dispositivos.

Tabla 11-2. Porcentajes de Distribución de las versiones de Android en los dispositivos

Versión	Nombre	API	Porcentaje de Distribución
2.2	Froyo	8	1.2%
2.3.3 – 2.3.7	Gingerbread	10	19%
3.2	Honeycomb	13	0.1%
4.0.3 – 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	15.2%
4.1.x	Jelly Bean	16	35.3%
4.2.x		17	17.1%
4.3		18	9.6%
4.4		19	2.5%

Fuente: <http://www.xatakandroid.com/mercado/android-4-4-kitkat-solo-esta-presente-en-el-2-5-de-los-dispositivos>

Existe una gran variedad de las versiones del Sistema Operativo Android aun en el mercado y aunque cada año se presenta una versión nueva, las versiones antiguas tienen también aun su cuota en el mercado como se visualiza en la Figura 10-2.

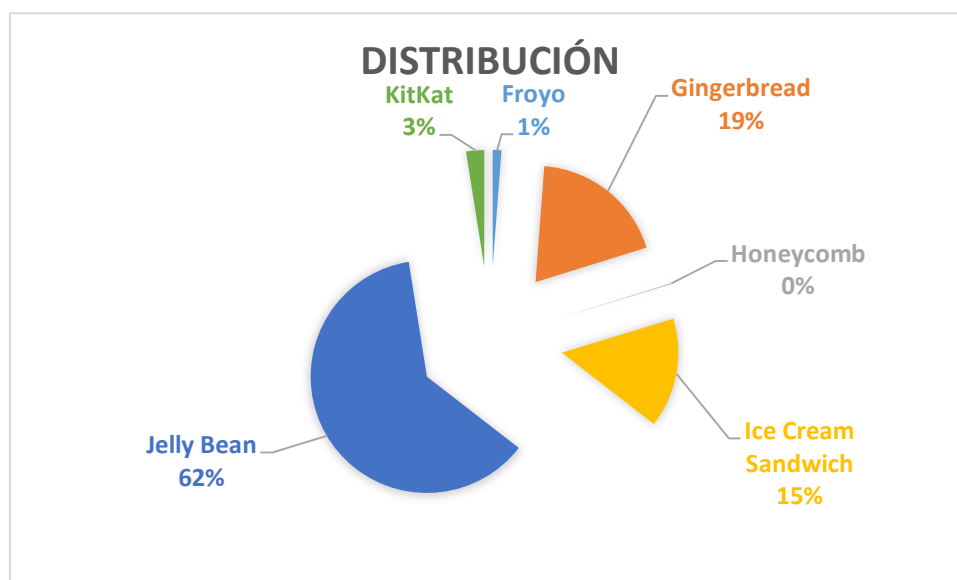


Figura 10-2. Distribución de las versiones de Sistema Operativo Android en Dispositivos

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

2.3.4. *Software para Desarrollo para aplicaciones Android*

Para el desarrollo de aplicaciones móviles es necesario contar con un conjunto de herramientas hardware y software las cuales proporcionen las características y funcionalidades deseadas para que la aplicación a desarrollar sea de calidad y cumpla con los objetivos deseados.

La elección correcta de estas herramientas permite también que la productividad en el trabajo sea mejorada.

Entre las herramientas indispensables para el desarrollo de aplicaciones se tiene:

- Lenguaje de Programación
- Compilador
- Depurador
- Entorno de Desarrollo
- Emuladores
- Drivers
- Librerías
- SDK

2.3.5. SDK (Software Development Kit)

Traducido al español un SDK es un Kit de Desarrollo de Software, es decir son un conjunto de herramientas de tipo software las cuales sirven para el desarrollo de aplicaciones para un entorno tecnológico en particular ya sea un dispositivo en especial o para un sistema operativo específico.

2.3.5.1. Partes de un SDK

Son muchas las herramientas que forman parte de este conjunto dependiendo igual del entorno en el cual se va a trabajar, pero las herramientas principales presentes en todo SDK son:

- **API**

Es la Interfaz de Programación de Aplicaciones, está formada por un conjunto de funciones, procedimientos, rutinas, estructuras de datos, clases y variables que permitirán manipular el mecanismo de la plataforma sin conocerlo internamente.

- **IDE**

Entorno de Desarrollo Integrado, Es un software de tipo editor en el cual se puede escribir el código fuente de las aplicaciones, diseñar interfaces, elegir el lenguaje de programación, es decir ofrece una interfaz amigable y fácil de usar. Este a su vez está compuesto por los siguientes elementos:

- **Depurador**

Es el encargado de probar el programa, lo va revisando en cada proceso que se ejecuta con el fin de encontrar errores y eliminarlos si es posible automáticamente o enviar alertas al programador para su posterior corrección.

- **Compilador**

El compilador es también denominado traductor ya que se encarga de traducir el lenguaje de programación del código fuente al lenguaje que entiende la máquina.

- **Interprete**

Es el programa encargado de analizar y ejecutar los programas escritos en lenguaje de alto nivel. A diferencia del compilador este traduce solo lo necesario instrucción por instrucción y no guarda resultados de dicha traducción.

- **Editor de Código**

Es un programa que permite editar texto, de forma que la codificación sea más ordenada y sencilla de escribir.

- **Constructor de Interfaz Grafica**

Se encarga de ofrecer al desarrollador las herramientas y recursos para la construcción de las interfaces que serán el medio por las cuales interactúan la aplicación y el usuario.

Actualmente toda empresa involucrada en la tecnología, ya sea a nivel de hardware o software ofrece su propio SDK para que los desarrolladores contribuyan con el desarrollo de aplicaciones para sus dispositivos, plataformas o sistemas.

SDK Android

El Kit de Desarrollo para el Sistema Operativo Android fue creado por la empresa Google la cual además de darle los elementos básicos de un SDK también incluye otros elementos como documentación, ejemplos y tutoriales de desarrollo, por lo que se convierte en una herramienta poderosa para el desarrollo de aplicaciones Android. El SDK Android se puede integrar a varios entornos de desarrollo pero la plataforma oficial es ECLIPSE.

SDK Android Manager

El SDK Android posee una aplicación que permite administrar las herramientas de desarrollo, principalmente las versiones del sistema operativo Android soportadas para el desarrollo las aplicaciones. Cada vez que existe una actualización o nueva versión del sistema operativo el SDK Manager se encarga de descargarlo e instalarlo. Para la utilización del SDK Android en la computadora se necesita de 2 programas adicionales y esenciales que son:

- **Java JDK**

Java Development Kit, debido a que el emulador de Android y las herramientas de depuración están basadas en java para su ejecución es necesario un conjunto de herramientas Java.

- **Apache ANT**

Es un software que permite automatizar la ejecución de procesos de compilación y construcción de las aplicaciones Android.

2.3.6. SDK para Realidad Aumentada

Para el desarrollo aplicaciones que utilicen la tecnología de Realidad Aumentada varias empresas han proporcionado a los desarrolladores un Kit de Desarrollo de Software de Realidad Aumentada, pero para el trabajo investigativo se han escogido 3 herramientas con características casi similares especialmente que permiten crear aplicaciones para el Sistema Operativo Android, que son de código abierto y que permiten el reconocimiento de imágenes por medio de la cámara de los dispositivos. A continuación se describen algunos datos importantes de los SDK escogidos para Realidad Aumentada:

2.3.6.1. SDK Vuforia

Desarrollado por la empresa Qualcomm, en el año 2010 empezó a lanzar sus primeras aplicaciones de realidad aumentada y posteriormente libero su herramienta de desarrollo denominada Vuforia. Este provee una Interfaz de Programación de Aplicaciones con varios elementos como se muestra a continuación en la Figura 11-2.



Figura 11-2. API del SDK Vuforia

Fuente: <https://developer.vuforia.com/resources/api/unity/index>

Características Generales

- Está disponible para desarrollar aplicaciones para los sistemas operativos IOS y Android.
- Permite el reconocimiento de imágenes naturales
- Permite la interconexión con Unity 3D que es una de las herramientas más poderosas para el desarrollo de videojuegos.
- Ofrece la posibilidad de crear botones virtuales.
- Soporta el reconocimiento de targets en 2D y 3D (Image targets, Multi targets, Cylinder targets, Word targets, Frame targets)
- Permite inclusión de elementos multimedia como: audio, video, modelos y animaciones 3D, texto.
- Soporta programación de scripts en lenguaje C#, Java y Objective C.

Una aplicación de Realidad Aumentada está integrada por los siguientes módulos:

- **Camera**

Este módulo es el encargado de capturar los frames y enviarlos al Tracker, controla cuando la aplicación inicia o termina la captura de imágenes.

- **Image Converter**

Este módulo que convierte el formato de una cámara a un formato interoperable con OpenGL y para el tracking o reconocimiento de los marcadores.

- **Tracker**

Módulo que contiene algoritmos de visión artificial para la detección y rastreo de los objetos de cada frame, detección de targets y botones virtuales.

- **Video Background Renderer**

Este es el módulo encargado de procesar las imágenes almacenadas en el objeto de estado y renderiza los elementos virtuales a mostrar dependiendo del target detectado.

- **Target**

También denominados marcadores son imágenes naturales, los cuales son procesados por un sistema Online (Target Manager) el cual se encarga de almacenar los metadatos de la imagen y evaluar el número de características especiales que la harán reconocible por la cámara. Al final este sistema online devuelve un archivo tipo XML y un binario con estos datos para ser incluidos en la aplicación.

Requerimientos del Software

- CPU que soporte ARMv7
- OpenGL ES 2.0
- Camera QVGA con mínimo una resolución de (320x240)
- Pantalla HVGA con resolución mínima de (480x320)
- Acelerómetro
- Sensor Magnético
- Giroscopio (opcional)
- Android 2.3 o superior

2.3.6.2. SDK Wikitude

El SDK Wikitude es una biblioteca de software y framework para aplicaciones móviles de realidad aumentada. El SDK es compatible con cualquier tipo de caso de uso basado en la localización, así como los casos de uso que requieren el reconocimiento de imágenes y tecnología de seguimiento (visión basada en la realidad aumentada).

El SDK Wikitude se basa en gran medida en tecnologías web (HTML, JavaScript, CSS) para permitir a los desarrolladores escribir plataformas con experiencias de realidad aumentada. Estas experiencias de realidad aumentada se llaman mundos ARchitect y son básicamente páginas HTML normales que pueden utilizar la API de ARchitect para crear objetos en realidad aumentada. La integración del SDK Wikitude en la aplicación se hace mediante la plataforma llamada ARchitectView.

Características Generales

Además de permitir crear aplicaciones de realidad aumentada para diferentes plataformas este SDK ofrece varias características adicionales para construir aplicaciones alta funcionalidad, entre las características principales tenemos:

Reconocimiento de Imágenes

Permite crear aplicaciones de Realidad Aumentada mediante el reconocimiento de imágenes mediante patrones característicos.

Gravimetría

Haciendo uso del GPS permite el desarrollo de aplicaciones capaces de localizar lugares mediante la ubicación de puntos georeferenciados.

Soporte para Videos

Entre los contenidos multimedia que permite incorporar las aplicaciones de Realidad Aumentada son los videos.

Soporte para Modelos 3D

Este SDK permite la inclusión y renderizado de objetos de tipo 3D para la visualización en la aplicación.

Requerimientos de software

- Android 2.3+ (API Level 9+)
- Brújula
- GPS
- Acelerómetro
- Camera de Alta Resolución
- OpenGL 2.0
- CPU armv7a o NEON

2.3.6.3. SDK Metaio

Metaio Mobile SDK es un SDK desarrollado por la empresa alemana [METAIO]. Hasta este año todas sus herramientas de desarrollo eran de pago, pero han liberado su SDK para móviles debido al éxito que estaba teniendo. La versión completa, de pago, incluye reconocimiento de caras y reconocedor de QR. Aunque la versión gratuita no incluye estas funcionalidades y que las aplicaciones desarrolladas deben incluir una marca de agua de la empresa, este SDK incluye un potente reconocedor de marcadores naturales, es decir, se pueden desarrollar aplicaciones “markerless”.

Este SDK se ha implementado de forma modular, por lo que al crear una aplicación de RA esta se compone de tres partes que son:

- Tracking
- Captura
- Renderizado

Requerimientos de software

Los requerimientos mínimos de hardware y software para el funcionamiento correcto de Metaio en la plataforma Android son los siguientes:

- CPU que soporte ARMv7
- OpenGL ES 2.x
- Camera QVGA con mínimo una resolución de (320x240)
- Pantalla HVGA con resolución mínima de (480x320)
- Acelerómetro
- Sensor Magnético
- Giroscopio (opcional)
- Android 2.3 o superior
- Framework SDK Metaio

El SDK Metaio es framework modular que incluye el componente de captura, el componente sensor de interfaz, el componente de renderizado, el componente de seguimiento y la interfaz. La interfaz proporciona una interacción entre la aplicación y los otros 4 componentes modulares. Bajo esta configuración, los detalles de las implementaciones están encapsuladas y el usuario no tiene que preocuparse por los detalles de la captura, procesamiento, sensores o seguimiento. Las principales funcionalidades se realizan a través de la API SDK que se comunican con las otras partes de la SDK, lo que resulta en la fácil implementación de aplicaciones de RA.

El SDK Metaio es compatible con las principales plataformas de desarrollo de software: Android, iOS, Unity3D y Windows. Las interfaces específicas de la plataforma del SDK Metaio pueden interactuar fácilmente con el entorno de desarrollo. La combinación del SDK Metaio y SDK de la plataforma lleva al desarrollo de las aplicaciones de Realidad Aumentada. El framework de SDK Metaio se ilustra en la siguiente imagen de la Figura 12-2:



Figura 12-2. Framework del SDK Metaio

Fuente: <https://dev.metaio.com/sdk/documentation/metaio-sdk-framework/>

Características generales

- **Seguimiento Avanzado**

Esta tecnología permite el seguimiento y ratreo de imágenes 2D, para entornos y objetos 3D, lectura de códigos de barra y QR, además del seguimiento basado en la geolocalización.

- **Plataforma Independiente**

Permite desarrollar aplicaciones para todas las plataformas como son IOS, Android, Windows y Unity, se desarrolla en lenguaje AREL AR y este permite desplegar en todas estas plataformas.

- **Licenciamiento**

Tiene una licencia libre la cual permite crear aplicaciones las que incluirán una marca de agua de Metaio, pero al adquirir la licencia completa se eliminara esta marca. Metaio ofrece un sistema de identificación para las aplicaciones, la cual permite relacionar la aplicación entre el ID y una firma, la cual es una cadena de caracteres únicos por cada aplicación.

Además posee otras características importantes como:

- Tiene versión de pago y libre
- La versión pagada incluye características de Reconocimiento facial y de códigos QR.
- La versión libre debe incluir una marca de agua de la empresa en las aplicaciones.
- Permite simular la gravedad en los objetos
- Permite desarrollo de aplicaciones IOS, Android y Windows

CAPITULO III

3. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE SDK DE REALIDAD AUMENTADA

Antes del desarrollo de la aplicación de Realidad Aumentada es necesario determinar el SDK más idóneo por lo que durante este capítulo se va a determinar y describir las características de los SDK que posteriormente van a ser objetos de un análisis comparativo en base a varios parámetros que también se los van a definir a continuación y así poder elegir la herramienta que nos ofrece las mejores características para poder desarrollar una aplicación que cumpla con todos los requerimientos establecidos.

Por medio del desarrollo de aplicaciones prototipo en este capítulo se va a registrar los datos obtenidos en la construcción de cada uno de los tres prototipos con respecto a los parámetros de comparación que a continuación se van a detallar.

3.1. Desarrollo de prototipos

Para la recolección de información acerca de los SDK de Realidad Aumentada estudiados y analizados es necesario el trabajo directo con estas herramientas debido a que algunos de los parámetros de comparación no pueden ser respondidos en base solo a la información recolectada en el Marco Teórico, por lo que se a continuación se detalla los aspectos relacionados con cada uno de estos prototipos que son aplicaciones con funciones básicas, que permiten al programador calificarlos, además de servir de introducción al aprendizaje de esta tecnología; para posteriormente realizar Análisis Comparativo a fin de encontrar el SDK adecuado para la construcción de la aplicación final.

3.1.1 *Funcionamiento*

Los prototipos desarrollados con cada uno de los SDK poseen características y funcionalidades similares para que el proceso de comparación sea en igualdad de condiciones y poder obtener una valoración real de cada uno, las funcionalidades que tienen los prototipos es:

- Compatibilidad de la aplicación con Sistema Operativo Android en versiones iguales o superiores a la 2.3

- Instalación y Ejecución de la aplicación en Teléfonos Inteligentes y Tablets con cámara trasera incorporada.
- Reconocimiento de Targets (fotografías, imágenes prediseñadas).
- Mostrar Modelos en 3D en tiempo Real.

3.1.1.1. Prototipo SDK WIKITUDE

Para la codificación y desarrollo de la aplicación de Realidad Aumentada utilizando el SDK Wikitude es necesario utilizar el Entorno de Desarrollo Integrado Eclipse, el cual provee de una interfaz de desarrollo conocida y altamente funcional como se ve en la Figura 1-3.

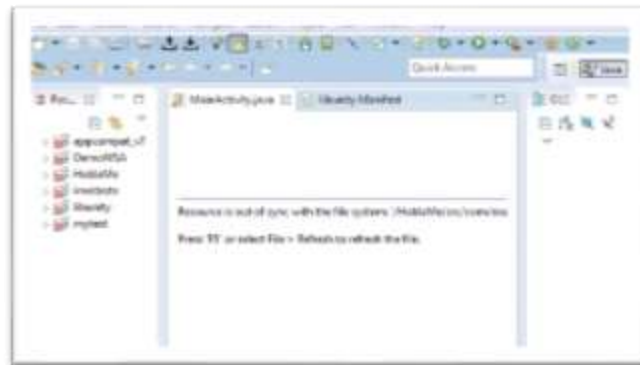


Figura 13. IDE Eclipse
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

El SDK Wikitude para desarrollo en plataformas Android viene en forma de Archivo JAR que es un archivo empaquetado que se debe incluir en el proyecto Android.

Una vez creada la Base de Datos de Imágenes y elementos 3D es posible acceder a ellos con la ayuda del siguiente código visto en la Figura 2-3.

```

<code>
var oasDivLeft = " style='display: table-cell;vertical-align: middle; text-align: right; width: 50%; padding-right: 10px;'";
var oasDivRight = " style='display: table-cell;vertical-align: middle; text-align: left;'";
document.getElementById("loadingMessage").innerHTML =
"<div> + oasDivLeft + "Imagen Target 42111 (confesión)</div> +
"<div> + oasDivRight + "<img alt='Imagen/Target 42111'></div>";

// Remove from target message after 10 sec.
setTimeout(function() {
    var e = document.getElementById("loadingMessage");
    e.parentElement.removeChild(e);
}, 1000);
</code>

```

Figura 2-3. Código Fuente Acceso a datos en Wikitude SDK
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Al desarrollar la aplicación con el SDK Wikitude sobre la plataforma de desarrollo Eclipse se obtiene la siguiente interfaz como la vemos en la Figura 3-3.

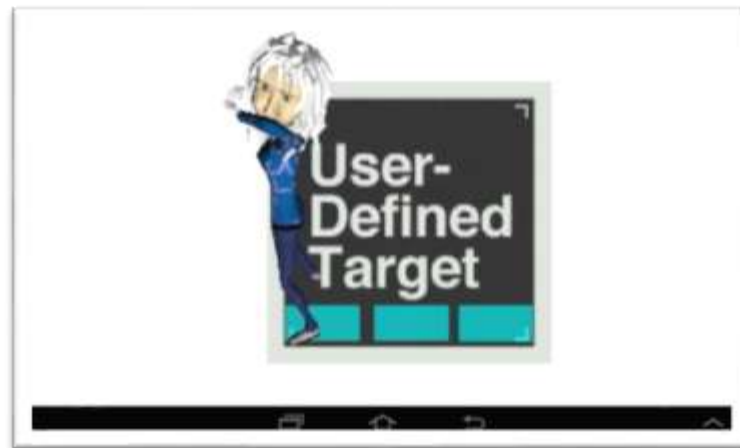


Figura 3-3. Aplicación desarrollada con SDK Wikitude
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.1.1.2. Prototipo SDK Vuforia

Para crear un proyecto de Realidad Aumentada con el SDK Vuforia se debe primero instalar el paquete descargado de la página oficial y posteriormente instalarlo con lo cual se adiciona al IDE de Unity los elementos como prefabs, scripts, texturas, fuentes, etc. Como se observan a continuación en la Figura 4-3.

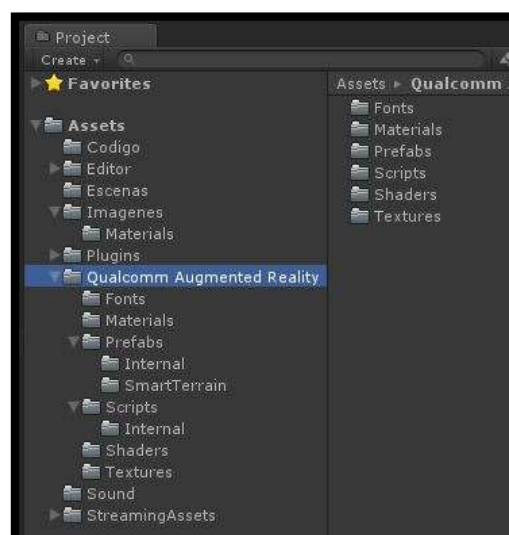


Figura 4-3. Elementos del SDK Vuforia
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Una vez construida la base de datos con la ayuda del Target Manager se generara un archivo del tipo XML como el presentado en la Figura 5-3.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<QCARConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="qcar_config.xsd">
  <Tracking>
    <ImageTarget name="it_ciudad" size="600.000000 513.281250" />
    <ImageTarget name="it_escudo" size="600.000000 830.476196" />
    <ImageTarget name="it_plaza" size="600.000000 444.655579" />
  </Tracking>
</QCARConfig>
```

Figura 5-3. Base de Datos XML con Vuforia
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Una vez codificada las interfaces de la aplicación y creada la Base de Datos se presenta el resultado de aplicación como lo muestra en la Figura 6-3.



Figura 6-3. Aplicación desarrollada con Vuforia SDK
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.1.1.3. Prototipo SDK Metaio

Para la construcción de la aplicación con el SDK Metaio es necesario crear un proyecto en el Entorno de Desarrollo Integrado Unity. Posteriormente es necesario instalar la extensión y librerías de este SDK con lo cual es posible empezar a utilizar las clases, prefabs, texturas, materiales y otros elementos (Figura 7-3).

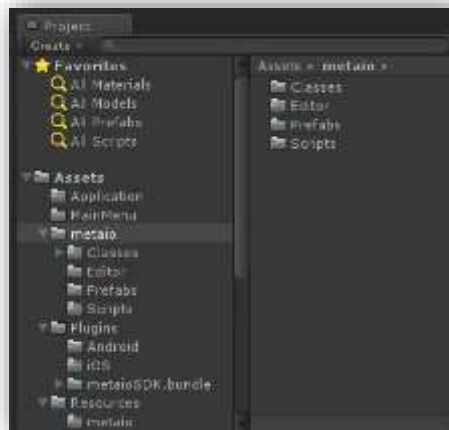


Figura 7-3. Elementos del SDK Metaio
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

En la Figura 8-3. Se puede observar la estructura del documento XML correspondiente a la Base de Datos de la aplicación.

```

<?xml version="1.0" ?>
<TrackingData>
  <Sensors>
    <Sensor Type="FeatureBasedSensorSource" Subtype="Fast">
      <SensorID>FeatureTracking1</SensorID>
      <Parameters>
        <FeatureDescriptorAlignment>regular</FeatureDescriptorAlignment>
        <IterationsFast>5</IterationsFast>
        <MaxObjectsToDetectPerFrame>5</MaxObjectsToDetectPerFrame>
        <MaxObjectsToTrackInParallel>1</MaxObjectsToTrackInParallel>
        <SimilarityThreshold>0.7</SimilarityThreshold>
      </Parameters>
    </Sensor>
    <SensorCDS>
      <SensorCDSID>metaioanTarget</SensorCDSID>
      <Parameters>
        <ReferenceImage>target.png</ReferenceImage>
        <TrackingDiameter Coarse="20" Fine="40"></TrackingDiameter>
        <SimilarityThreshold>0.7</SimilarityThreshold>
      </Parameters>
    </SensorCDS>
  </Sensors>
</TrackingData>
  <Connections>

```

Figura 8-3. Base de Datos XML con Metaio
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

La Figura 9-3 muestra el resultado presentado por la aplicación desarrollada con este SDK:



Figura 9-3. Aplicación desarrollada con Metaio SDK
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.2. Definición de parámetros de comparación

A continuación se detalla una lista de los parámetros establecidos para poder realizar el análisis comparativo entre las herramientas SDK METAIO, SDK WIKITUDE Y SDK VUFORIA, los cuales se han elegido en base a los requerimientos de la aplicación y así poder determinar el SDK más idóneo para el desarrollo de la aplicación de Realidad Aumentada.

Los parámetros de comparación son los siguientes:

Tabla 1-3. Parámetros de Comparación entre SDK

Nº	Parámetro	Descripción	Indicador
1	Lenguaje de Programación	Cantidad de Lenguajes de programación con los que se puede desarrollar la aplicación.	Programación
2	Sistema Operativo Móviles	Cantidad de Sistemas Operativos para los cuales se puede desarrollar las aplicaciones.	Compatibilidad
3	Entorno de Desarrollo Integrado	Capacidad de integración del SDK con los Entornos de Desarrollo Integrado.	Programación
4	Tiempo de Desarrollo	Tiempo requerido para el desarrollo de una tarea.	Productividad
5	Reconocimiento de Imágenes	Capacidad para reconocer imágenes reales.	Programación
6	Reproducción Multimedia	Capacidad para incluir recursos multimedia (videos, imágenes, sonidos, animaciones) en la aplicación.	Programación
7	Licencias	Tipo de licencias para adquirir los productos SDK	Usabilidad

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.2.1. Indicadores

En base a los parámetros anteriormente listados se han establecido también los indicadores los cuales permitirán determinar la productividad de cada una de las herramientas SDK. Cada parámetro de comparación pertenece a un indicador de productividad que a continuación se detallan:

Tabla 2-3. Indicadores a Evaluar

INDICADOR	DESCRIPCION
Compatibilidad	Es la característica que tiene un sistema, programa o aplicación informática que indica que el mismo pueda estar disponible para otros sistemas, pueda ser una pieza completa de software y ser transportada y ejecutada en ambientes diferentes y con mínimas modificaciones, además de ser compatible con herramientas de su entorno de ejecución como: sistemas operativos, dispositivos, etc.
Programación	Este indicador se refiere al proceso por el cual se escribe, se prueba, se depura y se mantiene el código fuente de un programa informático.
Productividad	Se refiere a las facilidades que presta la herramienta de desarrollo para obtener un producto terminado que cumpla con las expectativas requeridas, en un tiempo establecido y aprovechando los recursos disponibles.
Usabilidad	Se puede definir como la medida en la cual un producto software puede ser usado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos. La usabilidad hace referencia a la rapidez y facilidad con que las personas llevan a cabo sus tareas propias a través del uso del producto.

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.2.2. *Métodos para la evaluación de resultados*

Los 3 SDK de Realidad Aumentada serán evaluados mediante una comparativa entre los diferentes parámetros anteriormente establecidos. Cuyos resultados se irán registrando durante el proceso de estudio y construcción de prototipos, en tablas.

Por cada parámetro de comparación cada SDK obtendrá una calificación la misma que la final se consolidara un resultado global el cual nos permitirá decidir cuál es el SDK más idóneo para la construcción de la Aplicación de Realidad Aumentada.

3.2.3. *Criterios de evaluación*

A continuación se indican los valores establecidos tanto cualitativos y cuantitativos, los cuales se les dan a cada uno de los SDK analizados en forma de porcentaje de acuerdo a las calificaciones que tienen.

Tabla 3-3. Escala de Valoración General

VALOR CUANTITATIVO	VALOR CUALITATIVO	CALIFICACIÓN (%)
1	Regular	$\leq 50\%$
2	Bueno	$> 50\%$ y $\leq 70\%$
3	Muy Bueno	$> 70\%$ y $\leq 90\%$
4	Excelente	$> 90\%$

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.3. *Análisis de los parámetros de comparación*

El análisis comparativo de los parámetros previamente establecidos se lo realiza en base a la teoría obtenida durante la fase de investigación bibliográfica así como también de lo observado en el proceso de desarrollo y pruebas de los prototipos construidos; y se los valoriza en base a criterios de evaluación que se presentan en forma de tablas con rangos de valores numéricos que están relacionados con valores cualitativos.

3.3.1. Parámetro Lenguaje de Programación

Tabla 4-3. Criterios de Evaluación Lenguajes de Programación

Cantidad de Lenguajes de Programación soportados	Valor Cualitativo
1	Regular
2	Bueno
3	Muy Bueno
>=4	Excelente

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 5-3. Datos obtenidos del Parámetro Lenguaje de programación

	Lenguajes de Programación				Total De Lenguajes De Programación	Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo
	HTML	C#	Javascript	Objective-C			
SDK VUFORIA	✓	✓	✓		3	Muy Bueno	3
SDK METAIO			✓	✓	2	Bueno	2
SDK WIKITUDE	✓		✓		2	Bueno	2

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

Para el análisis de este parámetro se plantean primeramente una lista de 4 lenguajes de programación de los más conocidos. Según los valores obtenidos se puede observar que el SDK VUFORIA ha obtenido una valoración de MUY BUENO pues permite la codificación en 3 tipos de lenguajes diferentes entre los cuales se tienen los dos lenguajes más conocidos y utilizados por los programadores como son C# y Javascript lo que permite crear la aplicación de una aplicación de mejor calidad y conlleva a emplear menor tiempo en el aprendizaje y entendimiento de conceptos del uso de esta herramienta, los SDK WIKITUDE Y METAIO tienen una valoración de BUENO debido a que solo soportan codificación en 2 tipos de lenguajes establecidos, cabe destacar que uno de estos lenguajes de programación es Javascript el cual es uno de los lenguajes de programación más utilizados en el mundo, por lo que también les hace una opción elegible para la creación de este tipo de aplicaciones ya que se puede obtener gran información en línea acerca de la codificación de aplicaciones; lo que los hace una también una buena opción al elegir el SDK.

3.3.2. Parámetro Sistema Operativo Móviles

Tabla 6-3. Criterios de Evaluación Sistemas Operativos

Cantidad de S.O. soportados	Valor Cualitativo
0	Regular
1	Bueno
2	Muy Bueno
≥ 3	Excelente

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 7-3. Datos obtenidos del Parámetro Sistemas Operativos Móviles

	Sistemas Operativos			Total De Lenguajes De Programación	Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo
	ANDRO ID	IOS	Windows Phone			
SDK VUFORIA	✓	✓	X	2	Muy Bueno	3
SDK METAIO	✓	✓	X	2	Muy Bueno	3
SDK WIKITUDE	✓	✓	X	2	Muy Bueno	3

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

Los SDK Vuforia, Wikitude y Metaio permiten el desarrollo de aplicaciones para 2 de los 3 sistemas operativos establecidos para la comparación los cuales son IOS y ANDROID, que actualmente son los sistemas operativos más utilizados en el mundo por las compañías desarrolladoras de dispositivos móviles; por lo que les da una valoración de MUY BUENO y los hace igualmente elegibles para el desarrollo ya que para crear la aplicación de Realidad Aumentada es necesario hacerla en el Sistema Operativo Android, pensando en su escalabilidad futura a otros sistemas operativos.

3.3.3. Parámetro Entorno de Desarrollo Integrado

Tabla 8-3. Criterios de Evaluación Entornos de Desarrollo Integrado

Cantidad de IDEs soportados	Valor Cualitativo
0	Regular
1	Bueno
2	Muy Bueno
>=3	Excelente

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 9-3. Datos obtenidos del Parámetro Entorno de Desarrollo Integrado

	ENTORNOS DE DESARROLLO INTEGRADO			Total De Lenguajes De Programación	Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo
	ECLIPSE	UNITY 3D	VISUAL STUDIO			
SDK VUFORIA	✓	✓	X	2	Muy Bueno	3
SDK METAIO	✓	✓	✓	3	Excelente	4
SDK WIKITUDE	✓	X	X	1	Bueno	2

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

En la Tabla 9-3 se puede observar la listas de los 3 IDEs (Entornos de Desarrollo Integrado) escogidos para el análisis de los SDK, estos IDEs son de los más utilizados y conocidos por los desarrolladores y en base a esto se ha registrado que y el SDK METAIO con una valoración de EXCELENTE ya que permite su integración con los 3 IDEs seleccionados como son Eclipse, Visual Studio y Unity3D, con lo que se asegura que existen varias opciones y características que gracias a estos entornos pueden ser añadidas a la aplicación de realidad aumentada, como son: recursos para interfaces, integración con sistemas de gestión de bases de datos, uso y desarrollo de servicios web y la inclusión y creación de recursos multimedia; a diferencia del SDK VUFORIA que al permitir su integración en 2 IDEs y tiene a una valoración de MUY BUENO debido a que no se puede integrar con el entorno de desarrollo de Visual Studio que es de los más utilizados en la actualidad, y en el caso del SDK WIKITUDE que permite la integración en tan solo 1 de los 3 IDEs establecidos para la codificación de aplicaciones, su valoración es de BUENO ya que permite desarrollo de aplicaciones en el IDE Eclipse que consta en la lista de los más utilizados por los desarrolladores de aplicaciones móviles.

3.3.4. *Parámetro Tiempo de Desarrollo*

Tabla 10-3. Criterios de Evaluación Tiempo de Desarrollo

Cantidad de Horas de Desarrollo	Valor Cualitativo
>48	Regular
>24 y <=48	Bueno
>12 y <=24	Muy Bueno
<=12	Excelente

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 11-3. Datos obtenidos del Parámetro Tiempo de Desarrollo

	Horas empleadas en el Desarrollo	Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo
SDK VUFORIA	12	Excelente	4
SDK METAIO	26	Bueno	2
SDK WIKITUDE	48	Bueno	2

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

El SDK VUFORIA tiene una valoración de EXCELENTE debido a que su tiempo de desarrollo fue menor a 12 horas lo que permite que la fase de desarrollo del proyecto tome menos tiempo en las actividades siguientes: construcción de base de datos, codificación, diseño de interfaces y pruebas; en cambio el tiempo de desarrollo del SDK WIKITUDE fue de 48 horas y el del SDK METAIO fue de 26 horas por lo que ambos tienen una valoración de BUENO según los rangos establecidos en la Tabla III 10., debido a que el tiempo empleado en la construcción de base de datos, la codificación de las interfaces y funcionalidades de la aplicación tiene procesos complejos lo que llevan a emplear más tiempo.

3.3.5. *Parámetro Reconocimiento de Imágenes*

Tabla 12-3. Criterios de Evaluación Reconocimiento de Imágenes

Posee capacidad de Reconocimiento de Imágenes	Valor Cualitativo
No	Regular
-----	Bueno
-----	Muy Bueno
Si	Excelente

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 13-3. Datos obtenidos del Parámetro Reconocimiento de Imágenes

	Capacidad de Reconocimiento de Imágenes		Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo
	SI	NO		
SDK VUFORIA	✓		Excelente	4
SDK METAIO	✓		Excelente	4
SDK WIKITUDE	✓		Excelente	4

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

Los SDK Vuforia, Wikitude y Metaio según la Tabla 13-3 han obtenido una valoración de EXCELENTE debido a que todos SI permiten utilizar tecnología de reconocimiento de imágenes mediante la cámara instalada en los dispositivos móviles; este es uno de los parámetros más importantes que deben cumplir los SDK para la construcción de aplicaciones de realidad aumentada, ya que trabaja conjuntamente con un catálogo impreso de imágenes de las plantas. Aunque los 3 SDK son igualmente idóneos aunque de lo observado en el proceso de prototipado el SDK VUFORIA ofrece una mayor calidad y rendimiento en la tarea de reconocer imágenes.

3.3.6. *Parámetro Reproducción Multimedia*

Tabla 14-3. Criterios de Evaluación Reproducción Multimedia

Cantidad de Recursos multimedia soportados	Valor Cualitativo
1	Regular
2	Bueno
3	Muy Bueno
>=4	Excelente

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 15-3. Datos obtenidos del Parámetro Reproducción Multimedia

	RECURSOS MULTIMEDIA				Valor de Recursos Multimedia	Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo
	AUDIO	VIDEO	IMAGENES	3D			
SDK VUFORIA	✓	✓	✓	✓	4	Excelente	4
SDK METAIO	✓	✓	✓	✓	4	Excelente	4
SDK WIKITUDE	✓	✓	✓	✓	4	Excelente	4

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

Los SDK Vuforia, Wikitude y Metaio tras la recolección de datos en la Tabla III 15. han obtenido una valoración de EXCELENTES ya que permiten la inclusión y reproducción de los 4 recursos multimedia establecidos en la Tabla III 14., cuya función es la más importante para la aplicación por que se presenta la información de las plantas en forma de recursos multimedia en especial, modelos 3D, animaciones y videos. Cabe mencionar que además de estos recursos el SDK VUFORIA permite la inclusión de texto adicional y vínculos de internet y tecnología como la de Botones Virtuales, por lo que permitirá incluir mejores características y funcionalidades a la aplicación.

3.3.7. Parámetro Tipos de Licencias

Tabla 16-3. Criterios de Evaluación Tipo de Licencia

Tipo de Licenciamiento	Valor Cualitativo
Propietario	Regular
Propietario y Free trial	Bueno
Free y Propietario	Muy Bueno
Free	Excelente

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 17-3. Datos obtenidos del Parámetro Tipo de Licencia

SDK	TIPOS DE LICENCIA				Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
	PROPIETARIO	PROPIETARIO Y FREE TRIAL	FREE Y PROPIETARIO	FREE		
SDK VUFORIA				✓	Excelente	4
SDK METAIO		✓			Bueno	2
SDK WIKITUDE		✓			Bueno	2

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

Para este proyecto se busca que los costos monetarios de desarrollo sean los menores posibles se determina que la mejor opción para la construcción de la aplicación sea un SDK que ofrezca la el tipo de licenciamiento libre (FREE). Con los datos obtenidos en la Tabla III 17., se registra que el SDK VUFORIA tiene una valoración de EXCELENTE por ser de licencia completamente libre es decir que ofrece la utilización de todas sus características sin la necesidad de pagar ningún valor monetario además de brindar acceso a una gran cantidad de documentación técnica, a diferencia de los SDK WIKITUDE y METAIO que tienen una valoración de BUENOS ya que para la utilización de todas sus herramientas y características es necesario pagar un valor por la licencia completa es decir tiene un tipo de licenciamiento PROPIETARIO, aunque es posible probar el funcionamiento y algunas de sus herramientas a través de una licencia de tipo FREE TRIAL.

3.4. Resumen del análisis comparación

Para la valoración final de resultados obtenidos a través del análisis comparativo se emplean las siguientes formulas:

Sumatoria de Valores obtenidos:

$$Ssdkv = \sum vsdkv$$

$$Ssdkm = \sum vsdkm$$

$$Ssdkw = \sum vsdkw$$

$$St = \sum T$$

En donde:

vsdkv = Representa el valor cuantitativo obtenido por el SDK Vuforia en cada parámetro de comparación.

vsdkm = Representa el valor cuantitativo obtenido por el SDK Metaio en cada parámetro de comparación.

vsdkw = Representa el valor cuantitativo obtenido por el SDK Wikitude en cada parámetro de comparación.

Ssdkv = Sumatoria de todos los valores obtenidos por el SDK Vuforia en cada parámetro de comparación.

Ssdkm = Sumatoria de todos los valores obtenidos por el SDK Metaio en cada parámetro de comparación.

Ssdkw = Sumatoria de todos los valores obtenidos por el SDK Wikitude en cada parámetro de comparación.

St = Sumatoria de los totales máximos que pueden alcanzar los valores cuantitativos de cada parámetro de comparación.

T = Total máximo posible de alcanzar en cada parámetro de comparación.

Porcentajes obtenidos por cada SDK en el Análisis Comparativo:

$$Psdkv = \frac{Ssdkv}{St} * 100\%$$

$$Psdkm = \frac{Ssdkm}{St} * 100\%$$

$$Psdkw = \frac{Ssdkw}{St} * 100\%$$

VALORES OBTENIDOS

$$Ssdkw=2+3+2+2+4+4+2 = 19$$

$$Ssdkm=2+3+4+2+4+4+2 = 21$$

$$Ssdkw= 3+3+3+4+4+4+4 = 25$$

$$St = 4+4+4+4+4+4+4=28$$

$$Psdkv = \frac{25}{28} * 100\% = 89,29\%$$

$$Psdkm = \frac{21}{28} * 100\% = 75\%$$

$$Psdkw = \frac{19}{28} * 100\% = 67,85\%$$

Tabla 18-3. Resultados Totales del Análisis Comparativo

PARAMETRO	VALORES CUANTITATIVOS		
	SDK WIKITUDE	SDK METAIO	SDK VUFORIA
Lenguaje de Programación	2	2	3
Sistema Operativo Móviles	3	3	3
Entorno de Desarrollo Integrado	2	4	3
Tiempo de Desarrollo	2	2	4
Reconocimiento de Imágenes	4	4	4
Reproducción Multimedia	4	4	4
Licencias	2	2	4
TOTAL(/28)	19	21	25
	(Ssdkw)	(Ssdkm)	(Ssdkv)
VALORES PORCENTUALES (28 = 100%)	67,85%	75%	89,29%

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi



Figura 10-3. Resultados Totales del Análisis Comparativo
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.4.1. Análisis final

El **SDK VUFORIA** posee una calificación de **EXCELENTE** gracias a que obtuvo un porcentaje del **89,29%** siendo sus indicadores de excelencia el Tiempo de Desarrollo que permite que la fase de desarrollo del proyecto tome menos tiempo en las actividades tales como la construcción de base de datos, la codificación y el diseño de interfaces; su gran capacidad de reconocimiento de imágenes y reproducción de recursos multimedia lo hace idóneo para su trabajo conjunto con el catálogo impreso de las imágenes, además de ofrecer una licencia de tipo libre lo que permite ahorrar recursos monetarios; es superior con un 14,29% al SDK METAIO que registra un porcentaje del 75% lo que le da una valoración de MUY BUENO ya que posee características muy buenas como su alta compatibilidad e integración con varios IDEs, su capacidad de reconocimiento de imágenes y reproducción de recursos multimedia, pero tiene puntuaciones bajas en características como el bajo número de lenguajes de programación soportados para la codificación, la alta cantidad de horas necesarias para el desarrollo de aplicaciones y el tipo de licencia que ofrece para poder utilizar todas sus características. Con un porcentaje del 67,85% alcanza el tercer lugar el SDK WIKITUDE que registra únicamente como sus puntos altos en el análisis realizado su capacidad para reconocer imágenes y la reproducción de recursos multimedia como videos, modelos y animaciones 3D, pero con falencias en características como su baja cantidad de lenguajes de programación soportados para el desarrollo de las aplicaciones, su poca compatibilidad con los IDEs establecidos para el análisis comparativo y el gran número de horas necesarias para el desarrollo de aplicaciones y además de poseer una tipo de licenciamiento Propietario lo que lleva a tener que pagar un porcentaje de dinero para poder utilizar de una manera completa todas sus herramientas, y según los datos de la Tabla 18-3 se puede observar que este SDK posee diferencia en tan solo un 7,15% de METAIO pero con respecto a VUFORIA

se ve claramente superado en un porcentaje del 21,44% por su mejores características y valoraciones registradas.

Gracias a estas diferencias de calificaciones y porcentajes obtenidos como se lo puede observar en la Figura 10-3 se establece que el **SDK** más idóneo para el desarrollo de la aplicación de **Realidad Aumentada** es el **SDK VUFORIA**.

CAPITULO IV

4. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL

En el presente capítulo se detalla el proceso de desarrollo de la aplicación móvil con tecnología de Realidad Aumentada la cual será utilizada por el personal docente y estudiantil de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH, la cual tiene como objetivo fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de la flora existente en el campus ESPOCH-Riobamba. Se describe los procesos críticos de desarrollo como son identificación de requerimientos, metodologías a utilizar, casos de uso y herramientas utilizadas.

4.1. Metodología de desarrollo

Para este proceso de desarrollo se ha optado por la utilización de una de las Metodologías para Desarrollo de Aplicaciones Móviles como es la denominada XP (Extreme Programming). Esta metodología está basada en la simplicidad, la comunicación, la realimentación y reutilización del código desarrollado, con el objetivo de aumentar la productividad al desarrollo de software. Además está enfocada para el trabajo de pequeños y medianos equipos. En la Figura 1-4 se muestra las fases de la que consta esta metodología:

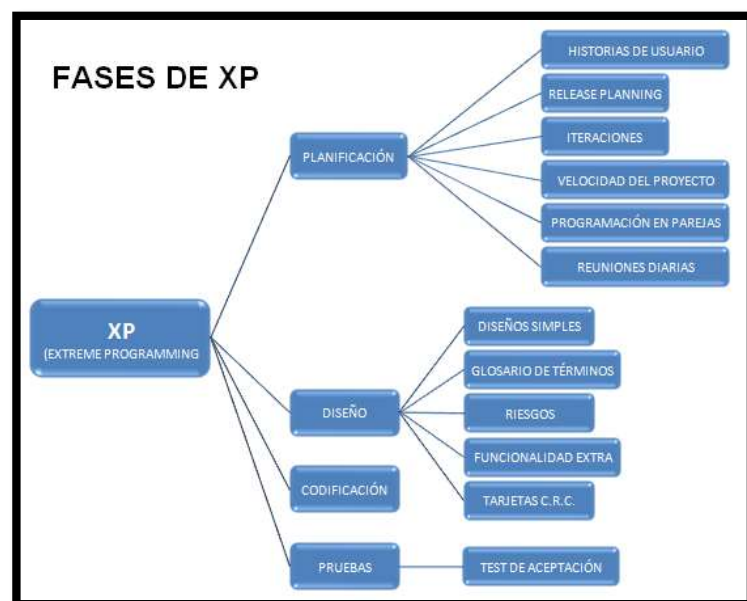


Figura 1-4. Fases de la metodología XP

Fuente: <http://maestria-modulo7.blogspot.com/2012/04/procesos-de-desarrollo- ligeros-vs.html>

4.1.1. Desarrollo de la Metodología

4.1.1.1. Planificación

La primera fase de un proyecto de desarrollo de softwares la planificación en esta fase se define el comportamiento y los requerimientos que deberá tener el sistema.

A través de las denominadas Historias de Usuario que son recursos similares a los Casos de Uso, en donde a más de definir el comportamiento que tendrán el sistema y los usuarios, se estima la velocidad del proyecto, divisiones de iteraciones, planificación de entregas del sistema. Esta fase se la realiza en constante interacción con el cliente.

Al final del proyecto toda la información recopilada en esta fase servirá para la realización de pruebas y verificar si se cumplieron con todos los objetivos.

Especificación de Requerimientos

En esta sección se definirá una lista características que el sistema debe cumplir, se constituye en una forma de contrato entre el cliente y el desarrollador. Al ser una aplicación móvil básica los requerimientos serán relativamente pequeños.

○ Requerimientos Funcionales

1. La aplicación deberá permitir ver modelos 3D de las plantas del catálogo.
2. La aplicación deberá permitir videos informativos acerca de las plantas del catálogo.
3. La aplicación deberá permitir reproducir animaciones en 3D.
4. La aplicación deberá permitir visualizar texto informativo acerca de las plantas del catálogo.
5. La aplicación deberá ofrecer una guía de ayuda para su correcta utilización.

○ Requerimientos no funcionales

○ Usabilidad

La aplicación deberá tener una interfaz intuitiva y de fácil uso para el usuario.

- **Disponibilidad**

La aplicación estará disponible en todo momento porque estará instalada en el dispositivo móvil y no necesita conexión a internet.

- **Escalabilidad**

La aplicación deberá permitir la inclusión y eliminación de nuevos recursos y funcionalidades en el futuro.

- **Portabilidad**

La aplicación deberá permitir ser ejecutada en distintos dispositivos móviles con Sistema Operativo Android.

- **Mantenibilidad**

La aplicación deberá dar la facilidad para el mantenimiento de la misma, aislar los defectos y sus posibles causas, corregir errores y atender nuevas demandas.

- **Rendimiento**

Por ser una aplicación móvil educativa deberá permitir tiempos de respuesta veloces.

Definición de Usuarios

Un usuario es la persona que interactuará directamente con el sistema a través de su dispositivo móvil. Esta aplicación será utilizada por dos tipos de usuario en especial:

1. **Estudiantes:** Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH
2. **Docentes:** Docentes de la Escuela de Ingeniera Forestal ESPOCH.

Historias de Usuario

Las historias de usuario son descripciones de los requerimientos estas son escritas por los usuarios sin datos técnicos sino de una manera sencilla para estimar tiempos, riesgos, responsables y descripción del proceso.

Tabla 1-4. Historia de Usuario 1

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: Docente/ Estudiante
Nombre historia: Visualizar Modelos 3D	
Prioridad en negocio: Alta (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: Alto (Alto / Medio / Bajo)
Iteración asignada: 1	
Programador responsable: Vilma Guamán/ Nelson Cuvi	
Descripción: El usuario podrá visualizar e interactuar con los modelos en 3D de las plantas a través de la pantalla del dispositivo móvil y con la ayuda del catálogo impreso de las plantas. Se enfoca la cámara del dispositivo al catálogo impreso y se despliega este modelo en 3D, el cual se puede rotar por medio de gestos touch en la pantalla.	
Observaciones: <i>CONFIRMADO con el cliente</i>	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi**Tabla 2-4.** Historia de Usuario 2

Número: 2	Usuario: Docente/ Estudiante
Nombre historia: Visualizar Videos Informativos	
Prioridad en negocio: Alta (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: Alto (Alto / Medio / Bajo)
Iteración asignada: 2	
Programador responsable: Vilma Guamán/ Nelson Cuvi	
Descripción: El usuario podrá visualizar videos informativos acerca de las plantas del catálogo impreso así como de algunos temas de interés para el usuario. Se puede reproducir y pausar la reproducción de dicho video que aparecerá al enfocar la cámara del dispositivo sobre la imagen del catálogo.	
Observaciones: <i>CONFIRMADO con el cliente</i>	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 3-4. Historia de Usuario 3

Número: 3	Usuario: Docente/ Estudiante
Nombre historia: Visualizar Animaciones en 3D	
Prioridad en negocio: Alta (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: Alto (Alto / Medio / Bajo)
Iteración asignada: 3	
Programador responsable: Vilma Guamán/ Nelson Cuvi	
Descripción: El usuario podrá visualizar e interactuar con animaciones en 3D que expliquen ciertos procesos biológicos de las plantas, al enfocar la cámara del dispositivo móvil sobre la imagen del catálogo aparecerá una escena con una animación que podrá ser reproducida y pausada a través de botones.	
Observaciones: <i>CONFIRMADO con el cliente</i>	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 4-4. Historia de Usuario 4

Número: 4	Usuario: Docente/ Estudiante
Nombre historia: Visualizar Información de las Plantas	
Prioridad en negocio: Alta (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: Alto (Alto / Medio / Bajo)
Iteración asignada: 4	
Programador responsable: Vilma Guamán/ Nelson Cuvi	
Descripción: El usuario podrá visualizar información adicional acerca de las plantas presentes en el catálogo impreso de las mismas. Cuando se enfoca la cámara del dispositivo sobre el catalogo se puede presentar cierta información en forma de texto.	
Observaciones: <i>CONFIRMADO con el cliente</i>	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Tabla 5-4. Historia de Usuario 5

Número: 5	Usuario: Docente/ Estudiante
Nombre historia: Visualizar Ayuda	
Prioridad en negocio: Alta (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: Alto (Alto / Medio / Bajo)
Iteración asignada: 5	
Programador responsable: Vilma Guamán/ Nelson Cuvi	
Descripción: El usuario podrá contar con una sección de ayuda explicativa acerca de cómo utilizar e interactuar con la aplicación. Se explicara como interactuar con la aplicación y el catalogo impreso a través de la cámara del dispositivo móvil.	
Observaciones: <i>CONFIRMADO con el cliente</i>	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Plan de Entregas

Una vez determinados los requisitos que debe cumplir la aplicación y las historias de usuario, se planeó un calendario de entregas entre el cliente propietario del sistema y los desarrolladores, dicho plan se detalla a continuación:

Tabla 6-4. Plan de Entregas

PLAN DE ENTREGAS									
N° Historia de Usuario	Horas Estimadas	Iteración Asignada					Entrega Asignada		
		1	2	3	4	5	1	2	3
1	60	x					x		
2	60		x				x		
3	60			x				X	
4	60				x			X	
5	60					x			x
TOTAL DE HORAS POR ENTREGA							120	120	60
TOTAL DE HORAS							300		

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Plan de Iteraciones

Las iteraciones se desarrollaran en un tiempo de 20 horas de trabajo semanales de lunes a viernes.

Iteración 1

En esta iteración se realizara el módulo de visualización de modelos en 3D de la aplicación, y se cumplirá con el requerimiento funcional 1.

Tabla 7-4. Iteración 1

Requerimiento Funcional	Duración en Semanas
1. La aplicación deberá permitir ver modelos 3D de las plantas del catálogo.	3

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Iteración 2

En esta iteración se desarrollara el módulo de Visualización de Videos cumpliendo con el requerimiento funcional 2.

Tabla 8-4. Iteración 2

Requerimiento Funcional	Duración en Semanas
2. La aplicación deberá permitir videos informativos acerca de las plantas del catálogo.	2

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Iteración 3

En la tercera iteración se llevara a cabo el requerimiento funcional número 3 que es la de incluir animaciones 3D en la aplicación.

Tabla 9-4. Iteración 3

Requerimiento Funcional	Duración en Semanas
3. La aplicación deberá permitir reproducir animaciones en 3D.	2

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Iteración 4

En la cuarta iteración se deberá incluir información adicional en forma de texto a los modelos de plantas en 3D.

Tabla 10-4. Iteración 4

Requerimiento Funcional	Duración en Semanas
4. La aplicación deberá permitir visualizar texto informativo acerca de las plantas del catálogo.	1

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Iteración 5

Para la última iteración se implementara el módulo de ayuda con lo que el usuario podrá revisar la manera de como interactuar con la aplicación y el catalogo impreso de plantas.

Tabla 11-4. Iteración 5

Requerimiento Funcional	Duración en Semanas
5. La aplicación deberá ofrecer una guía de ayuda para su correcta utilización.	1

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Velocidad del Proyecto

Dependiendo del número de Historias de Usuario y horas a trabajar semanalmente definirán a continuación la velocidad y tiempo que llevara el proyecto.

Tabla 12-4. Velocidad de Proyecto

	Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3	Iteración 4	Iteración 5
Horas	60	40	40	20	20
Semanas	3	2	2	1	1
Horas Semanales	20	20	20	20	20
Historias de Usuario	1	2	3	4	5

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

○ Programación en Pareja

El desarrollo de la aplicación está a cargo de 2 programadores por lo que para la codificación del proyecto se utiliza la programación en pareja con el fin de mejorar la productividad del trabajo y

la calidad del producto, ya que el trabajo realizado por un programador podrá ser revisado y probado por el otro, todos los módulos serán desarrollados y probados por los dos desarrolladores.

- **Reuniones Diarias**

Al aplicar la programación en parejas es necesario realizar reuniones diarias con el fin de exponer problemas y soluciones que se van presentando. Las reuniones se las realizaran en forma presencial y virtual (Vía Skype).

4.1.1.2. Diseño

Diseño de Base de Datos

La Base de Datos para la aplicación consta de una colección de imágenes las cuales serán creadas por una aplicación online denominada Target manager de Vuforia en donde una vez seleccionada el conjunto de imágenes se deberá subir al sistema para su evaluación. Una vez creada la base de datos se puede descargarla para incluirla en la aplicación, en forma de archivo XML, en donde se guardaran la siguiente información.

Tabla 13-4. Tabla ImagenTarget

ImagenTarget	
ID_Imagentarget	varchar
Ancho	Pixeles
Alto	Pixeles
Imagen	JPG

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Diseño de Interfaces

La metodología de desarrollo XP exige que los diseños de la aplicación deberán ser simples y sencillos e intuitivos, con lo que se garantizara que la implementación sea también menos complicada y en tiempos menores de desarrollo.



Figura 14. Interfaz de Inicio
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

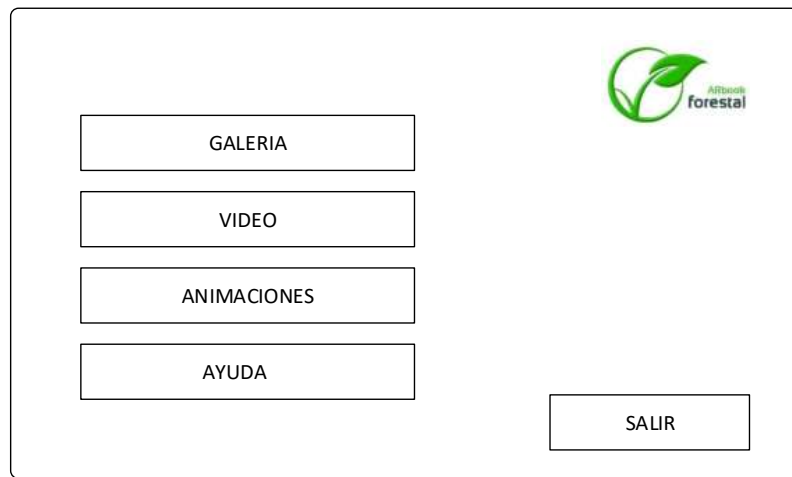


Figura 3-4. Interfaz del Menú
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

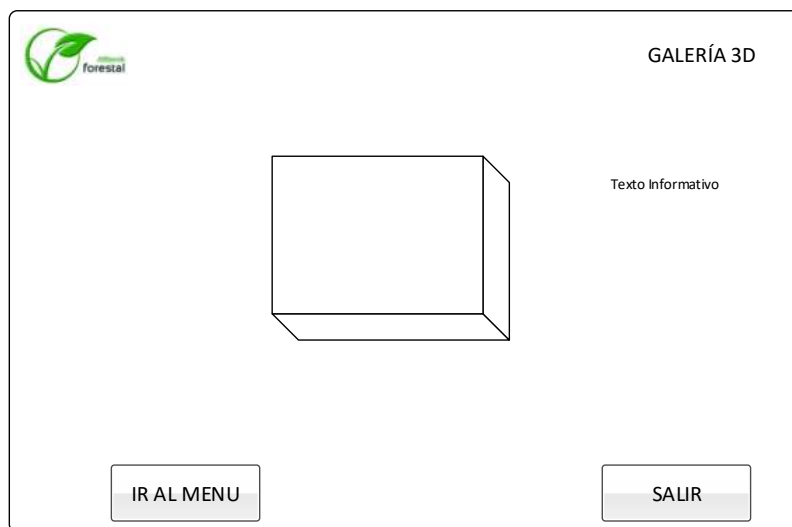


Figura 4-4. Interfaz Galería
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi



Figura 5-4. Interfaz Video

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

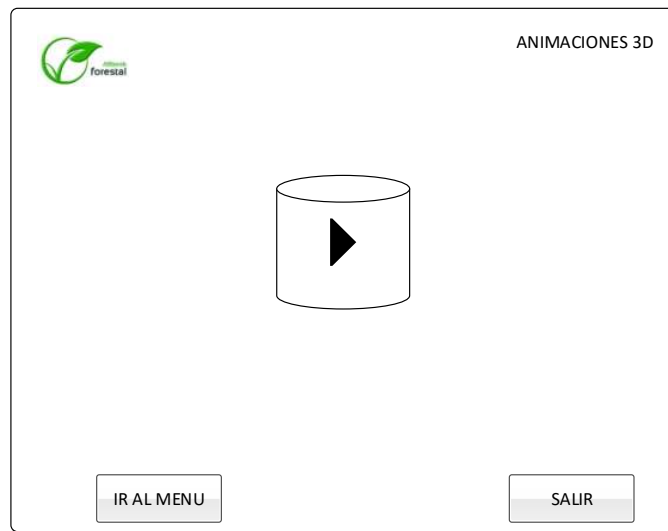


Figura 6-4. Interfaz Animaciones

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

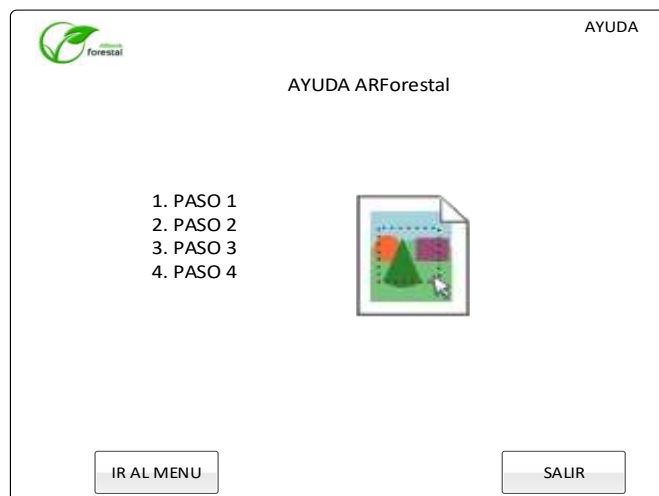


Figura 7-4. Interfaz Ayuda

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Diccionario de Datos

El diccionario de datos almacena los metadatos o información de las tablas y datos presentes.

Tabla 14-4. Diccionario de Datos ImagenTarget

Nombre de la Columna	Tipo de Dato	Primary Key	Not Null	Auto Incremental
ID_ImagenTarget	varchar	si	Si	no
Ancho	pixels	no	Si	no
Alto	pixels	no	Si	no
Imagen	jpg	no	Si	no

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

4.1.1.3. Codificación

En esta fase del desarrollo de la aplicación de Realidad Aumentada se describirá la parte central como es el código fuente de la aplicación el cual define su comportamiento y funcionalidades.

Herramientas

Para esta tarea se ha utilizado las siguientes herramientas de desarrollo de software:

Tabla 15-4. Herramientas utilizadas para el desarrollo

HERRAMIENTA	TAREA
Unity 3D	Entorno de Desarrollo 3D
Vuforia SDK	Herramientas de Desarrollo de Software de Realidad Aumentada
Target Manager Vuforia	Crear Base de Datos de Imagen Targets
MonoDevelop	Editor de Código
Lenguaje de programación	XML C# Javascript
3D Max	Modelado y Animación 3D

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Base de Datos

Para el uso de la base de datos por parte de la aplicación se ha creado un archivo de tipo XML que contiene la información de la base de datos de Imagen Targets, en donde a continuación se visualiza que por cada imagen se almacena en este archivo su nombre y dimensiones.


```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<QCARConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="qcar_config.xsd">
  <Tracking>
    <ImageTarget name="Polinizacion" size="700.000000 525.218994" />
    <ImageTarget name="Crecimiento" size="700.000000 437.500000" />
    <ImageTarget name="Pino" size="700.000000 332.159393" />
    <ImageTarget name="CabuyaBlanca" size="700.000000 334.386627" />
    <ImageTarget name="Tuna" size="700.000000 332.467529" />
    <ImageTarget name="Supirosa" size="700.000000 331.578949" />
    <ImageTarget name="Sabila" size="700.000000 330.932587" />
    <ImageTarget name="Rosa" size="700.000000 333.766235" />
    <ImageTarget name="PalmeraCanaria" size="700.000000 334.669159" />
    <ImageTarget name="LLuviaEstrellas" size="700.000000 331.544861" />
    <ImageTarget name="Llinlin" size="700.000000 332.192413" />
    <ImageTarget name="Limon" size="700.000000 330.662994" />
    <ImageTarget name="Higuerilla" size="700.000000 333.148163" />
    <ImageTarget name="Higo" size="700.000000 332.192413" />
    <ImageTarget name="Geranio" size="700.000000 331.818176" />
    <ImageTarget name="FalsoLaurel" size="700.000000 330.591492" />
    <ImageTarget name="Eucalipto" size="700.000000 332.808167" />
    <ImageTarget name="Durazno" size="700.000000 332.808167" />
    <ImageTarget name="DagaEspaña" size="700.000000 330.932587" />
    <ImageTarget name="Claudia" size="700.000000 332.192413" />
    <ImageTarget name="Cipres" size="700.000000 332.126282" />
    <ImageTarget name="Cholan" size="700.000000 330.322571" />
    <ImageTarget name="CepilloRojo" size="700.000000 332.192413" />
    <ImageTarget name="Capuli" size="700.000000 333.456909" />
    <ImageTarget name="Arupo" size="700.000000 331.238434" />
    <ImageTarget name="Cabuya" size="700.000000 330.358795" />
  </Tracking>
</QCARConfig>

```

Interfaces

Para mayor información acerca de la codificación de interfaces y otros elementos consultar **Manual Técnico** en la sección del Anexo C.

4.1.1.4. Pruebas

Una vez terminada la etapa de codificación es necesaria la realización de pruebas con la finalidad de identificar errores y corregirlos antes de implementarlos. Además se prueba si se han cumplido con los requisitos funcionales y no funcionales determinados en la primera etapa.

A continuación se presentara las pruebas realizadas después del desarrollo de cada requerimiento funcional.

○ **Visualizar modelos en 3D**

Tabla 16-4. Pruebas RF1

Descripción	Autor
Pruebas	Vilma Guamán, Nelson Cuvi, Ing. Patricio Moreno
Modificaciones	Vilma Guamán, Nelson Cuvi

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Descripción

La aplicación deberá presentar un modelo en 3D de las plantas presentes en el catálogo.

Entrada

- El usuario escoge la opción “Galería 3D” en el menú principal.
- Escoge una imagen en el catálogo impreso.
- Enfoca la cámara del dispositivo móvil a la imagen seleccionada.

Resultado Deseado

En la pantalla del dispositivo móvil deberá aparecer un modelo 3D de la planta seleccionada en el catálogo.

Resultado de Prueba

Prueba satisfactoria.

○ **Visualizar videos informativos**

Tabla 17-4. Pruebas RF2

Descripción	Autor
Pruebas	Vilma Guamán, Nelson Cuvi, Ing. Patricio Moreno
Modificaciones	Vilma Guamán, Nelson Cuvi

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Descripción

La aplicación deberá presentar un video informativo acerca de la imagen seleccionada en el catálogo.

Entrada

- El usuario escoge la opción “Video” en el menú principal.
- Escoge una imagen en el catálogo impreso.
- Enfoca la cámara del dispositivo móvil a la imagen seleccionada.

Resultado Deseado

En la pantalla del dispositivo móvil deberá aparecer un video con información acerca de la imagen de planta o tema seleccionada en el catálogo.

Resultado de Prueba

Prueba satisfactoria.

- **Visualizar Animaciones 3D**

Tabla 18-4. Pruebas RF3

Descripción	Autor
Pruebas	Vilma Guamán, Nelson Cuvi, Ing. Patricio Moreno
Modificaciones	Vilma Guamán, Nelson Cuvi

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Descripción

La aplicación deberá presentar una animación en 3D acerca de la imagen seleccionada en el catálogo.

Entrada

- El usuario escoge la opción “Animación” en el menú principal.
- Escoge una imagen en el catálogo impreso.
- Enfoca la cámara del dispositivo móvil a la imagen seleccionada.

Resultado Deseado

En la pantalla del dispositivo móvil deberá presentar una animación en 3D acerca de la imagen de planta o tema seleccionada en el catálogo.

Resultado de Prueba

Prueba satisfactoria.

- **Visualizar textos informativos**

Tabla 19-4. Pruebas RF4

Descripción	Autor
Pruebas	Vilma Guamán, Nelson Cuvi, Ing. Patricio Moreno
Modificaciones	Vilma Guamán, Nelson Cuvi

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Descripción

La aplicación deberá presentar texto informativo adicional acerca de la imagen seleccionada en el catálogo.

Entrada

- El usuario escoge la opción “Video” en el menú principal.
- Escoge una imagen en el catálogo impreso.
- Enfoca la cámara del dispositivo móvil a la imagen seleccionada.

Resultado Deseado

En la pantalla del dispositivo móvil deberá aparecer texto con información adicional al modelo 3D, video o animación acerca de la imagen de planta o tema seleccionada en el catálogo.

Resultado de Prueba

Prueba satisfactoria.

- **Visualizar Ayuda**

Tabla 20-4. Pruebas RF4

Descripción	Autor
Pruebas	Vilma Guamán, Nelson Cuvi, Ing. Patricio Moreno
Modificaciones	Vilma Guamán, Nelson Cuvi

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Descripción

La aplicación deberá presentar una opción de ayuda, en la cual se explique la forma de uso de la aplicación y el catalogo impreso.

Entrada

- El usuario escoge la opción “Ayuda” en el menú principal.

Resultado Deseado

En la pantalla del dispositivo móvil deberá aparecer texto e imágenes acerca de cómo utilizar la aplicación.

Resultado de Prueba

Prueba satisfactoria.

Resultado Final

Una vez realizadas las pruebas parciales satisfactoriamente y comprobado que las funcionalidades están completas se procede a las pruebas de campo con la aplicación por medio de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal y determinar si esta aplicación cumple con el objetivo de contribuir con el proceso de enseñanza-aprendizaje de flora existente en el Campus ESPOCH.

CAPITULO V

5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este último capítulo se plantea la hipótesis, de donde se determinan sus variables dependiente e independiente para su correspondiente operacionalización y su comprobación. Se realiza el análisis de los datos recolectados una vez que la aplicación ha sido desarrollada y probada por los estudiantes y docentes de la Escuela de Ingeniería Forestal tomando una muestra del total de la población a los cuales aplicándoles una encuesta en donde se registra su evaluación acerca de la aplicación y de la tecnología aplicada. Se analizan las respuestas y criterios dados por los estudiantes, haciendo un análisis parcial de cada pregunta para luego presentar el resultado en forma de tablas y gráficas. Con estos datos finalmente se determina la validez de la Hipótesis planteada como objetivo principal del presente trabajo investigativo.

5.1. Comprobación de hipótesis

5.1.1. *Hipótesis*

La incorporación de Realidad Aumentada en el proceso enseñanza–aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal permitirá mejorar el entendimiento y conocimiento del tema de la flora existente en el campus de la ESPOCH - Riobamba.

5.1.2. *Tipo de Hipótesis*

La Hipótesis de la investigación es de Tipo Causa – Efecto

5.1.3. *Determinación de las variables*

Variable Independiente: La Realidad Aumentada en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Variable Dependiente: Mejorar el entendimiento y conocimiento de la flora existente en el Campus ESPOCH – Riobamba.

5.1.4. Operacionalización Conceptual de las Variables

Tabla 1-5. Variables

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN
La Realidad Aumentada en el proceso enseñanza-aprendizaje	Independiente	Tecnología que permite incluir elementos multimedia de forma virtual sobre elementos reales como refuerzo para el proceso de enseñanza, aprendizaje y comprensión de conceptos y temas a través de la interacción directa.
Mejorar el entendimiento y conocimiento de la flora existente en el Campus ESPOCH – Riobamba.	Dependiente	Nivel de conocimiento y calidad de información referente al conjunto de especies de flores y plantas existentes en las instalaciones del campus ESPOCH de la ciudad de Riobamba.

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

5.1.5. Operacionalización Metodológica de las Variables

Tabla 2-5. Operacionalización de las Variables

VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS
V. Independiente La Realidad Aumentada en el proceso enseñanza-aprendizaje	Uso de la Aplicación de la Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza y aprendizaje	Observación Encuestas
V. Dependiente Mejorar el entendimiento y conocimiento de la flora existente en el Campus ESPOCH – Riobamba.	Entendimiento de Conceptos Reconocimiento de especies florales	Observación

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

5.1.6. Población

La realización del estudio para su posterior comprobación de hipótesis se hace sobre la población total de 196 estudiantes matriculados en el periodo académico Septiembre 2014 – Febrero 2015 y varios de los docentes de la Escuela de Ingeniería Forestal.

5.1.7. Muestra

Como parte representativa de la población se toma una muestra probabilística total de 60 ESTUDIANTES de entre el primer y tercer nivel en las materias y 5 DOCENTES, a los cuales se les proporciono la aplicación ARForestal para su uso y evaluación a través de encuestas en donde se registran los criterios, calificativos y sugerencias.

5.1.8. Datos de la Encuesta

La encuesta realizada reúne aspectos de evaluación sobre la tecnología en la educación, la metodología educativa, realidad aumentada y la aplicación desarrollada con esta tecnología, con lo que se puede determinar la hipótesis, para revisar la estructura y preguntas de la encuesta puede revisar el Anexo A. A continuación se describen los resultados obtenidos en cada pregunta.

5.1.8.1. Metodologías educativas actuales

Tabla 3-5. Resultados Pregunta 1

¿Le parecen adecuadas las metodologías que se utilizan en la actualidad para el proceso de enseñanza-aprendizaje?					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Si	27	41,5	41,5	41,5
	No	38	58,5	58,5	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

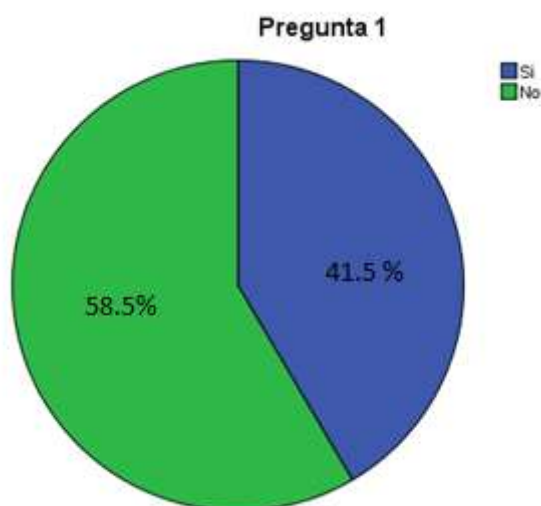


Figura 1-5. Resultados Pregunta 1
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

El 58,5% de los estudiantes encuestados de la Escuela de Ingeniería Forestal del tercero, cuarto y quinto nivel dicen que no son adecuadas las metodologías actuales debido a que con estas se corre el riesgo de que el docente no sepa enseñar e impartir los conocimientos y los alumnos no puedan comprender además de fomentar en ellos un aprendizaje por memorización y no de razonamiento, manifiestan que se deberían utilizar nuevas técnicas y herramientas innovadoras en donde se busca la adquisición de habilidades técnicas, resolución de problemas, investigación, interacción y construcción de nuevos conocimientos. A diferencia del 41,5% de los estudiantes opinan que las metodologías de enseñanza-aprendizaje utilizadas en la actualidad si son adecuadas y aunque son poco variadas se basan en métodos tradicionales en donde el docente es quien posee e imparte los conocimientos y los alumnos tienen que asimilarlos y comprenderlos.

5.1.8.2. *Uso de la tecnología en el aula*

Tabla 4-5. Resultados Pregunta 2

¿Cree Ud. que es importante el uso de la tecnología en sus horas de clases?					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Si	60	92,3	92,3	92,3
	No	5	7,7	7,7	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

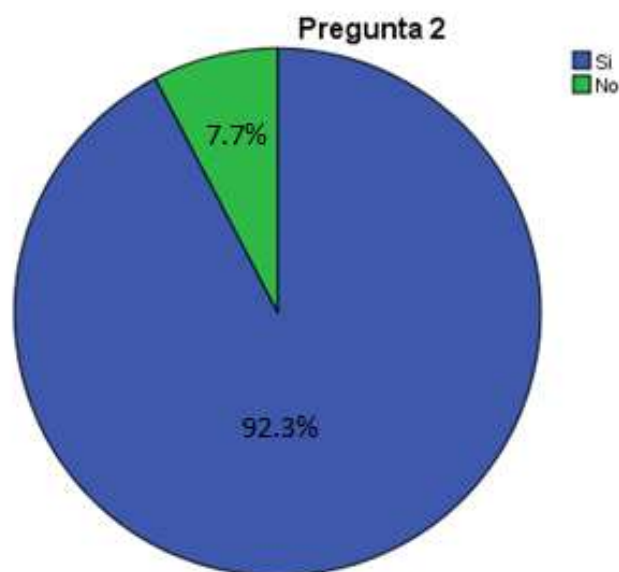


Figura 2-5. Resultados Pregunta 2
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

El 92,3% de los estudiantes dicen que es importante la utilización de la tecnología durante sus horas de clase debido a que la consideran una forma de mejorar la didáctica en el aula es decir establecer nuevas reglas para la enseñanza en donde se busca conocer para hacer mejor gracias a herramientas denominadas TICs como el internet en donde se puede encontrar una cantidad inmensa de conocimiento, se puede construir nuevos conocimientos transmitir a otros, además y debido a que la tendencia actual es al uso de la tecnología en todo ámbito de la sociedad como la cultura, el deporte, la medicina, arte, industria, ciencia y por supuesto en la educación. El 7,7% de los encuestados opinan que no es lo más importante el uso de tecnología durante sus clases y que las herramientas utilizadas actuales con son libros y folletos o diapositivas son las fundamentales y sobre ellos los conocimientos que el docente encargado de su educación posea.

5.1.8.3. Realidad Aumentada en la educación.

Tabla 5-5. Resultados Pregunta 3

¿Cree Ud. que la Realidad Aumentada es una tecnología que pueda contribuir al proceso de enseñanza - aprendizaje?					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Si	59	90,8	90,8	90,8
	No	6	9,2	9,2	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

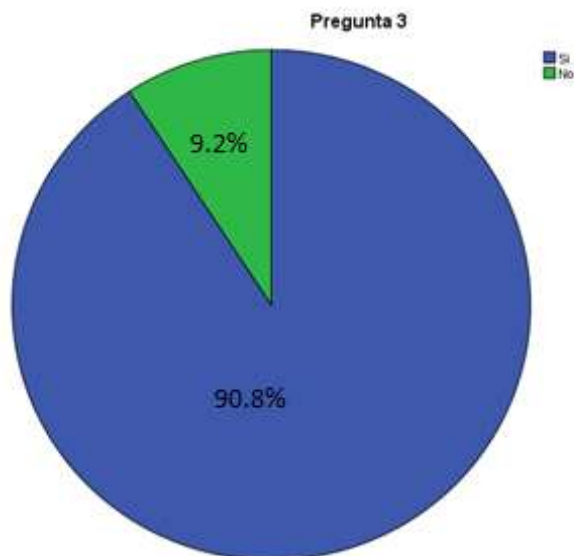


Figura 3-5. Resultados Pregunta 3
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

Según los datos registrados el 90,8% de los encuestados opina que la tecnología denominada Realidad Aumentada si puede convertirse en una herramienta adecuada para utilizarla en el proceso de enseñanza-aprendizaje por sus características de alta interactividad, rapidez y portabilidad además de sus funcionalidades mostradas como la presentación de contenidos 3D, animaciones y narraciones en forma de sonido los cuales son una fuente de refuerzo para los conocimientos adquiridos en las clases normales recibidas en las aulas por los docentes; y el 9,2% de los encuestados no ven a la Realidad Aumentada como herramienta que contribuya a su enseñanza porque muchos de los estudiantes no poseen dispositivos móviles como Tablets o teléfonos donde se puedan ejecutar las aplicaciones que utilicen esta tecnología.

5.1.8.4. ARForestal como herramienta de aprendizaje

Tabla 6-5. Resultados Pregunta 4

¿Le parece que La Aplicación ARForestal es una buena herramienta de aprendizaje?					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Si	63	96,9	96,9	96,9
	No	2	3,1	3,1	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

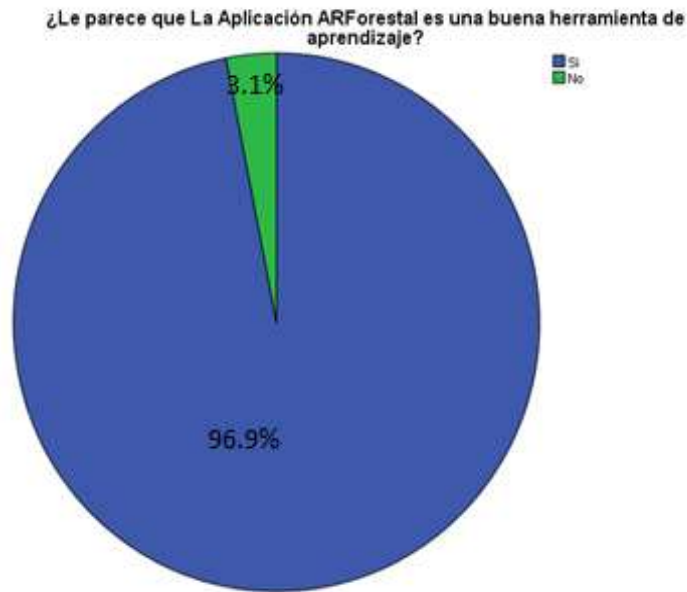


Figura 4-5. Resultados Pregunta 4
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

Luego de observar y utilizar la aplicación ARForestal conjuntamente con el catálogo de las plantas el 96,9% de los encuestados la ven como una buena herramienta de aprendizaje de la flora existente en la ESPOCH, ya que tienen la posibilidad de observar de una manera casi real las plantas para conocer sus características completas y detalladas que mediante una imagen de un libro no se pueden ver o pertenecen a una especie imposible de conocerla de una manera física en la región, y pueden interactuar con ella gracias a la función de manipulación del modelo 3D a través de los gestos sobre la pantalla del dispositivo móvil, y el 3,1% de los encuestados no consideran que esta aplicación se pueda considerar una herramienta buena de aprendizaje debido a que le falta información relevante tipo teórica, considerando como herramienta más útil al catálogo impreso en donde pueden observar fotografías de la planta e información técnica de la misma.

5.1.8.5. Características de ARForestal

Indique el grado de importancia para usted de cada una de las siguientes características de la Aplicación, donde 1= Nada importante y 4 = Muy importante.

Para la evaluación de la aplicación se han establecido varias características las cuales han sido probadas por los encuestados y registrados sus opiniones, a continuación se describen los datos registrados por cada característica.

Tabla 7-5. Resultados Pregunta 5

Calidad de Contenidos					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Nada Importante	2	3,1	3,1	3,1
	Poco Importante	3	4,6	4,6	7,7
	Importante	15	23,1	23,1	30,8
	Muy Importante	45	69,2	69,2	100,0
	Total	65	100,0	100,0	
Rapidez					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Nada Importante	1	1,5	1,5	1,5
	Poco Importante	3	4,6	4,6	6,2
	Importante	21	32,3	32,3	38,5
	Muy Importante	40	61,5	61,5	100,0
	Total	65	100,0	100,0	
Variedad de Contenidos					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Nada Importante	2	3,1	3,1	3,1
	Poco Importante	2	3,1	3,1	6,2
	Importante	18	27,7	27,7	33,8
	Muy Importante	43	66,2	66,2	100,0
	Total	65	100,0	100,0	
Diseño Atractivo					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Nada Importante	3	4,6	4,6	4,6
	Poco Importante	2	3,1	3,1	7,7
	Importante	14	21,5	21,5	29,2
	Muy Importante	46	70,8	70,8	100,0
	Total	65	100,0	100,0	
Funcionalidad					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Nada Importante	3	4,6	4,6	4,6
	Poco Importante	3	4,6	4,6	9,2
	Importante	12	18,5	18,5	27,7
	Muy Importante	47	72,3	72,3	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

TOTALES						
	Calidad de contenidos	Rapidez	Variedad de contenidos	Diseño atractivo	Funcionalidad	PROMEDIO
Nada Importante	3,10%	1,50%	3,10%	4,60%	4,60%	3,38%
Poco Importante	4,60%	4,60%	3,10%	3,10%	4,60%	4,00%
Importante	23,10%	32,30%	27,70%	21,50%	18,50%	24,62%
Muy Importante	69,20%	61,50%	66,20%	70,80%	72,30%	68,00%

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

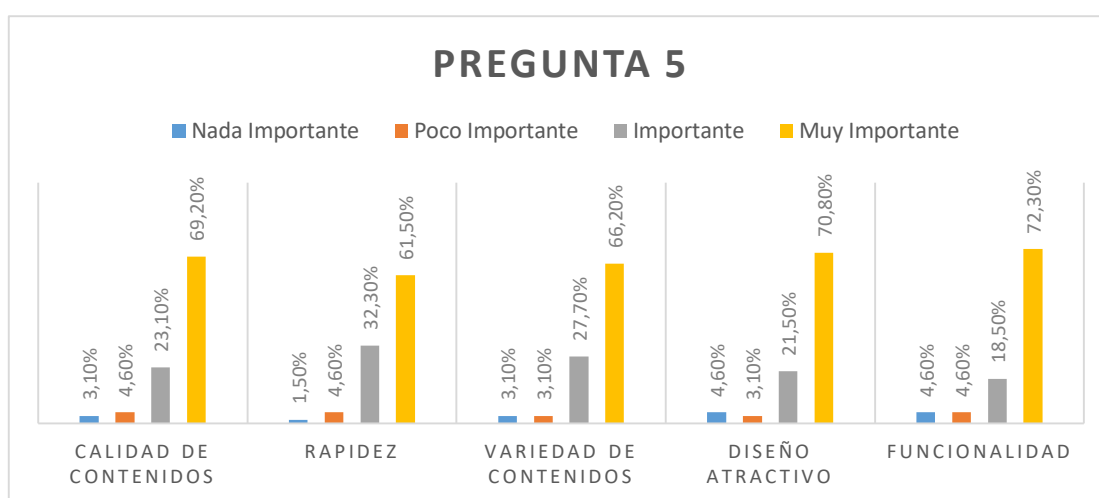


Figura 5-5. Resultados Pregunta 5

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

Una vez consolidado los datos registrados por los encuestados y calculado un promedio se determina que estos 5 parámetros evaluados para un promedio del 68% de los encuestados creen que son **MUY IMPORTANTES**, resaltando como características más importantes la **FUNCIONALIDAD** y el **DISEÑO ATRACTIVO** de la aplicación, cuyo porcentaje de valoración supera el 70%, debido a que estas características les permite realizar acciones diferentes sobre la aplicación y sus contenidos como manipulación en tiempo real, además de ofrecer una interfaz amigable y atractiva en donde no es necesario tener conocimientos avanzados de computación. Estas características son evaluadas como **IMPORTANTES** por un 24,62% de los encuestados, destacándose la característica de **RAPIDEZ** ya que un 32,30% la ven como una característica importante, porque de esta manera la aplicación sirve como una herramienta de uso ágil en donde se aprovecha las características de portabilidad de los dispositivos móviles y de las aplicaciones móviles las cuales son sistemas optimizados para los usuarios. Un promedio 4% de los encuestados opinan que características como la **VARIEDAD DE CONTENIDOS** y el **DISEÑO**

ATRACTIVO, son POCO IMPORTANTES debido a en el catálogo impreso se puede encontrar la información más completa y relevante. El 3,38% de los encuestados describen como NADA IMPORTANTES a todas estas características ya que este porcentaje también corresponde al 3,1% de los encuestados en la pregunta 4 que opinan que la aplicación ARForestal no es una buena herramienta de aprendizaje.

5.1.8.6. Dificultad en el uso de ARForestal

Tabla 8-5. Resultados Pregunta 6

¿El nivel de dificultad para usar la aplicación ARForestal fue?					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Fácil	49	75,4	75,4	75,4
	Medio	14	21,5	21,5	96,9
	Difícil	2	3,1	3,1	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

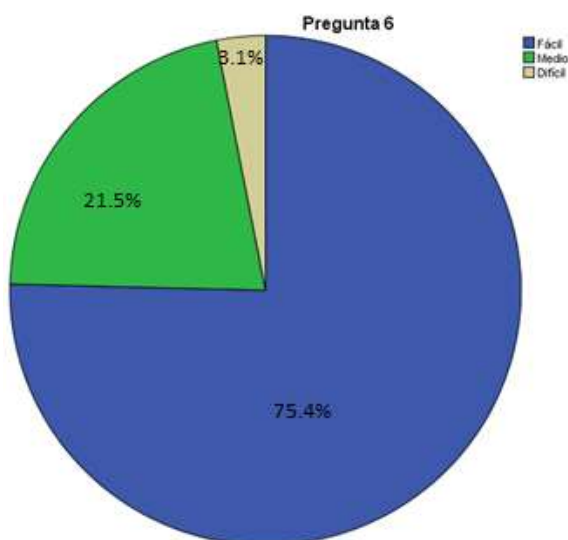


Figura 6-5. Resultados Pregunta 6

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

El 3,1% de los encuestados piensan que es **Difícil** el uso de la aplicación debido a su desconocimiento de la funcionalidad y utilización de este tipo de aplicaciones que usan Realidad Aumentada, en donde no determinan la forma en que trabaja conjuntamente la aplicación, el dispositivo móvil y el catálogo impreso de las plantas; un 21,5% considera que la dificultad de uso tiene un nivel **Medio** ya que es necesario que antes de usar es necesario una orientación y familiarización con los controles y su forma de interactuar con el catálogo de las plantas en donde

es necesario el uso de la cámara trasera del dispositivo móvil. Un 75,4% de los encuestados opinan que la aplicación es de **Fácil** uso, debido a la reducida cantidad de controles o botones y la simplicidad del funcionamiento de la misma en donde solo tienen que enfocar la cámara del dispositivo hacia las imágenes impresas en el catálogo y la fácil manipulación de las plantas en 3D con solo desplazar el dedo sobre la pantalla para girar o acercar el modelo.

5.1.8.7. *Uso de Realidad Aumentada en otras materias*

Tabla 9-5. Resultados Pregunta 7

¿Cree que este tipo de aplicaciones se deberían aplicar en otras materias o temas?					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Si	63	96,9	96,9	96,9
	No	2	3,1	3,1	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

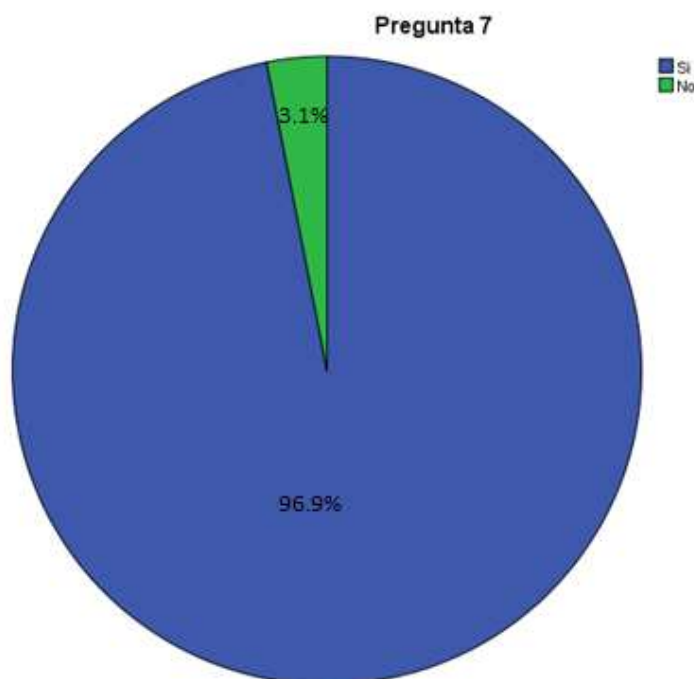


Figura 7-5. Resultados Pregunta 7

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

El 96,9% de los encuestados dicen que las aplicaciones de Realidad aumentada si pueden convertirse en herramientas de apoyo importantes para la impartición de conocimientos en otras materias como la Física o Química en donde existen temas de difícil comprensión y que creen que con la realidad aumentada al ser una tecnología de gran capacidad para presentar contenidos animados y casi reales con lo que los estudiantes pueden reforzar conocimientos al no estar

únicamente dependientes de la teoría impartida por los docentes. El 3,1% de los encuestados dicen que este tipo de aplicaciones no deberían ser aplicadas en otras materias o para la impartición de otros temas debido a que no ven como una metodología efectiva para el proceso de enseñanza aprendizaje ya que se está dejando a un lado la relación y la comunicación directa entre el docente y el alumno para sustituirla por una comunicación virtual entre el alumno y sus dispositivos móviles.

5.1.8.8. ARForestal como herramienta de ayuda

Tabla 10-5. Resultados Pregunta 8

¿La aplicación ARForestal le ayudó a comprender de manera más rápida los contenidos?					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Si	63	96,9	96,9	96,9
	No	2	3,1	3,1	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

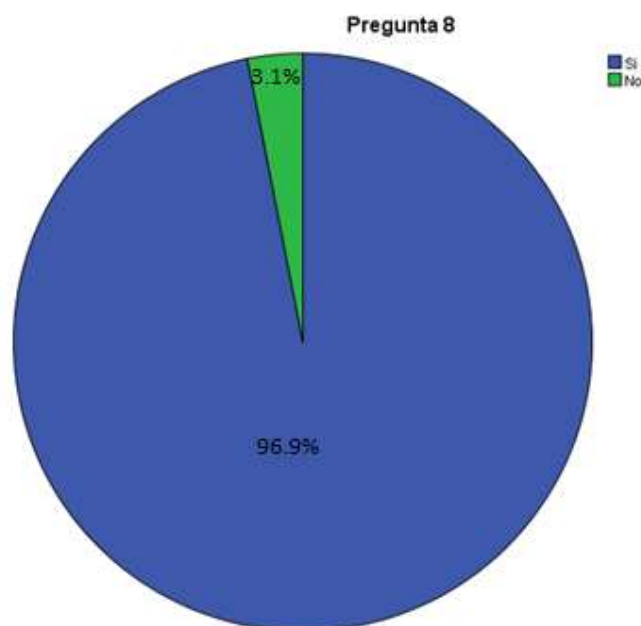


Figura 8-5. Resultados Pregunta 8

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

El 96,9% de los encuestados dicen que al utilizar la aplicación y revisar su funcionalidad y contenidos les fue posible asimilar de mejor manera la teoría existente en el catálogo impreso de las plantas ya que pudieron hacer un contraste y verificación entre la descripción de las características de las plantas descritas en el catálogo y el modelo 3D en donde se pueden visualizar

de una manera casi real dichas características como su forma, color, tipos de hojas, flores y frutos, etc. Al 3,1% luego de usar la aplicación no les ayudo comprender más rápido los contenidos presentes en el catálogo ya que simplemente creen que es una herramienta de refuerzo lúdico y no contribuye a la mejora de su rendimiento académico.

5.1.8.9. Grado de satisfacción con el uso de ARForestal

Tabla 11-5. Resultados Pregunta 9

Por favor, indique su grado de satisfacción general con la aplicación ARForestal en una escala de 1 a 5, donde 5 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.					
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (&)
Válidos	Completamente Insatisfecho	2	3,1	3,1	3,1
	Poco Satisfecho	2	3,1	3,1	6,2
	Algo Satisfecho	2	3,1	3,1	9,2
	Muy Satisfecho	26	40,0	40,0	49,2
	Completamente Satisfecho	33	50,8	50,8	100,0
	Total		65	100,0	100,0

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Por favor, indique su grado de satisfacción general con la aplicación ARForestal en una escala de 1 a 5, donde 5 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

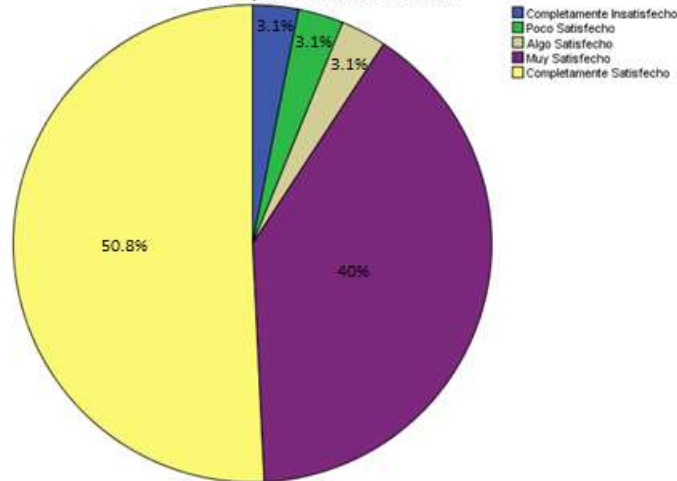


Figura 9-5. Resultados Pregunta 9

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Interpretación

Según los datos obtenidos por los encuestados y el grafico resultante se puede observar que un gran porcentaje igual al 50,8% está COMPLETAMENTE SATISFECHOS con la aplicación debido a que cumple con la función principal que es la de mostrar un modelo en 3D de la planta con lo cual se puede visualizar de mejor manera cada una de estas especies y su fácil uso y

manipulación; un 40% se encuentra MUY SATISFECHO con la aplicación debido a que es una herramienta moderna y útil que hace uso de los dispositivos móviles los cuales se han convertido en herramientas de uso diario y acoplado al folleto impreso de las plantas, el 9,2% restante de los encuestados repartido en porcentajes iguales al 3,1% están ALGO, POCO y NADA satisfechos con la aplicación debido a que opinan que la aplicación debería tener más contenidos y animaciones con procesos biológicos de las plantas, además de diversificar su aplicación para otras materias, también que por ser una herramienta con tecnología relativamente nueva se dificulta su utilización y muchos de los encuestados opinan que este tipo de aplicaciones no contribuye en nada a la enseñanza y aprendizaje de los contenidos y temas impartidos en sus clases ya que se pueden transformar en una distracción.

5.2. Resultados

Luego de haber tabulado y realizado el correspondiente análisis de las preguntas efectuadas en la encuesta se puede obtener la información necesaria para verificar y aceptar o rechazar la hipótesis planteada, para lo cual se establece como metodología más adecuada de comprobación la denominada Estadística Descriptiva la cual se refiere a la recolección, presentación, descripción, análisis e Interpretación de los datos de las encuestas.

Por lo cual se determina la hipótesis como verdadera ya que en los datos recolectados se puede observar en preguntas cruciales como la pregunta 9 dice que un 90,8% de los encuestados están Muy o Completamente satisfechos con la aplicación ARForestal de Realidad Aumentada, además en la pregunta 8 un 96,9% dice que esta aplicación les ayudo a comprender de manera más rápida los contenidos; debido a que la aplicación es de fácil uso según un 75,4% registrado en la pregunta 6, y un 90,8% de encuestados están de acuerdo en que la Realidad Aumentada si es una tecnología que puede contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje según la pregunta 3, y estos datos se consolidan en la pregunta 4 en la cual el 96,9% de los encuestados ven como una buena herramienta de aprendizaje a la aplicación ARForestal.

CONCLUSIONES

- El SDK Vuforia se integra con el Entorno de Desarrollo UNITY 3D el cual es una de las plataformas de desarrollo más populares para videojuegos lo que crea aplicaciones con gran resolución de los objetos y animaciones en 2 y 3 dimensiones, además de proveer a los usuarios altos niveles de interacción y control sobre los mismos.
- El SDK Vuforia presenta las mejores características para el desarrollo de aplicaciones móviles con Realidad Aumentada al haber obtenido una calificación de 89,29% de cumplimiento de los parámetros de comparación establecidos como el bajo tiempo en inversión en el desarrollo de aplicaciones, su gran capacidad de reconocimiento de imágenes y reproducción de diversos elementos multimedia además de ser una herramienta de software libre la cual dispone de información importante y útil para los desarrolladores.
- El SDK Metaio registra una valoración de muy bueno con un porcentaje de cumplimiento del 75% teniendo como características importantes su capacidad de integración con cuatro Entornos de Desarrollo como son: Eclipse, Unity 3D, Visual Studio y su propio entorno denominado Metaio Creator, y su capacidad de desarrollo de aplicaciones para sistemas operativos Android, IOS y Windows; aunque el tiempo de desarrollo a emplear es del doble en comparación al SDK Vuforia.
- El SDK Wikitude por su parte al obtener un nivel del cumplimiento del 67,85% de los parámetros de comparación al tener características importantes como su capacidad para el reconocimiento de imágenes y reproducción de elementos multimedia como son sonidos, videos, imágenes y objetos 3D. Aunque el tiempo de desarrollo a invertir en una aplicación con este SDK es del doble de tiempo en relación al SDK Metaio y de triple de tiempo en comparación al SDK Vuforia, lo que le da una calificación de BUENO.
- Las aplicaciones móviles deben tener varias características para poder ser consideradas de calidad siendo las más importantes los datos obtenidos en la investigación el diseño atractivo y su funcionalidad las cuales obtuvieron una porcentaje del 70,8% y 72,3% respectivamente haciendo que se convierta en una herramienta de aprendizaje efectiva y atractiva para los usuarios.

- Para asegurar que las aplicaciones móviles sean adecuadas para su uso es de gran importancia el cumplimiento de los requerimientos no funcionales como la disponibilidad, escalabilidad, usabilidad y portabilidad, que son denominados atributos de calidad y deben ser definidos en la fase de análisis conjuntamente con los usuarios, para posteriormente ser considerados al momento de establecer la arquitectura de la aplicación y ser implementados durante el proceso de desarrollo.
- Si bien no existe una metodología de desarrollo específica para la creación de aplicaciones móviles, es posible adaptar metodologías tradicionales de tipo ágil como la denominada XP la que es aplicable para proyectos de mediana y pequeña envergadura, con grupos de trabajos pequeños, capacidad de realización de entregables o prototipos funcionales en plazos de entrega cortos y cambios o actualizaciones constantes.

RECOMENDACIONES

- Es importante que los contenidos de tipo educativos presentes en la aplicación como multimedia, modelos y animaciones 3D sean creados con el apoyo de personas especialistas en pedagogía para evaluar la calidad de los contenidos y su nivel de influencia en el desarrollo de habilidades, competencias y destrezas de los estudiantes.
- La Realidad Aumentada es un recurso tecnológico con un amplio campo aplicativo además del educativo, siendo uno de los menos explorados el de la geolocalización la cual permite aplicar esta tecnología para aplicaciones de tipo turísticas y de navegación gracias a su capacidad de trabajo con el GPS integrado a los dispositivos móviles actuales.
- Gran parte de los estudiantes y docentes que utilizaron la aplicación ARForestal considera que la tecnología utilizada debería ser aplicada para la exposición de contenidos en otras materias como son la física, química, biología y matemáticas para temas de complejo entendimiento en donde se puede aprovechar las características lúdicas, interactivas, y portables de la realidad aumentada y las cuales permiten a los estudiantes comprender de mejor manera estos temas.
- Es necesario establecer o crear una metodología efectiva para el desarrollo de aplicaciones móviles para asegurar la calidad del producto final, debido a que las metodologías tradicionales para desarrollo ágil utilizadas para este tipo de proyectos no toman en cuenta aspectos importantes que influyen en las aplicaciones móviles como su constante y acelerada evolución en hardware y software, compatibilidad con varios sistemas operativos, compatibilidad con otros sistemas o aplicaciones, actualización e innovación, escenario o propósito de la aplicación y su cantidad de usuarios.
- Con el propósito de llegar a más niveles educativos con la tecnología de realidad aumentada es necesario implementar recursos educativos diversos y de complejidad evolutiva para estimular las competencias en los estudiantes, además de proveer la capacidad de evaluar los conocimientos adquiridos con la aplicación.
- Existen situaciones del mundo real que son peligrosas, imposibles o inconvenientes por lo que el uso de tecnologías como la realidad aumentada y virtual permiten crear plataformas de simulación para recrear estas situaciones y proveer herramientas de pruebas y entrenamiento para las personas.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Android: Sistema Operativo para dispositivos móviles basado en el núcleo de Linux.

Aplicación: Programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de trabajos.

Cliente: Persona u organización que recibe, usa un producto o servicio. Un cliente puede ser interno o externo a la organización del suministrador.

Compatibilidad: Capacidad que tiene un programa para integrarse a una plataforma, sistema o dispositivo.

Desarrollo: Proceso de crear o construir software a través de su definición

Disponibilidad: Es la capacidad que tiene una aplicación o sistema para que los usuarios tengan acceso a ella y utilicen las funciones para lo que fue desarrollada.

Escalabilidad: Característica de un sistema o aplicación que le permite crecer y mejorar pero sin perder su calidad.

Hardware: Son componentes físicos que conectados en un orden definido nos permiten ejecutar software.

Imagen Target: Son imágenes que la aplicación podrá detectar, reconocer y rastrear.

Metodología de Desarrollo: Conjunto de procesos y métodos que permiten analizar, estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo de software.

Portabilidad: Es la capacidad que tiene una aplicación o sistema para ejecutarse en diferentes plataformas.

Prototipo: Es un primer modelo de la aplicación con características básicas que permiten detectar posibles fallas antes del desarrollo de la aplicación final.

Realidad Aumentada: Es un tipo de tecnología que permite crear una visión nueva a través de la inclusión de elementos virtuales al mundo real con la ayuda del reconocimiento de objetos o la visión por computadora.

Smartphone: Teléfonos móviles que disponen de un hardware y un sistema operativo propio capaz de realizar tareas y funciones similares a las realizadas por los ordenadores fijos o portátiles.

Sistema: Conjunto de procesos o elementos interrelacionados con un medio para formar una totalidad encauzada hacia un objetivo común.

Software: Son las instrucciones responsables de que el *hardware* realice una tarea específica.

Tablet: Computador portátil de tamaño pequeño que permite su interacción o manejo a través de gestos sobre su pantalla táctil, no contiene teclado físico.

Técnico: Es la persona que posee una habilidad o destreza para realizar diferentes labores a partir de conocimientos adquiridos.

Usuario: Es un individuo que utiliza una computadora, sistema operativo, servicio o cualquier sistema informático.

Zoom in: Efecto de enfocar o hacer un acercamiento con la cámara.

Zoom out: Efecto de abrir o ampliar el cuadro de enfoque con la cámara.

BIBLIOGRAFÍA

ALCARRIA, C., *Desarrollo de un Sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles*. Proyecto Final de Carrera Ingeniería Informática. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España. 2010, pp. 15.

ANDROID, *Sistema Operativo Android* [en línea]. (2014, 2 de Enero). Disponible en: <http://www.android.com/>

APPLE, *Sistema Operativo IOS* [en línea]. (2013, 13 de Diciembre). Disponible en: <https://www.apple.com/es/ios/>

BARELD W., HENDRIX C., *The Effect of Update Rate on the Sense of Presence within Virtual Environments*, *Virtual Reality: The Journal of the Virtual Reality Society*, 1995, pp. 3-16.

BIMBER O., RASKAR R., *Spatial Augmented Reality: Merging Real and. Virtual Worlds*. A K Peters, 2005, pp. 145.

BLACKBERRY, *Sistema Operativo BlackBerry* [en línea]. (2013, 18 de Diciembre). Disponible en: <http://global.blackberry.com/es.html>

ESPIRAL, *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: España: Buena Letra. 2012, pp. 135.

TELEFÓNICA, *Campos de aplicación de la realidad aumentada* [en línea]. (14 de Julio 2014). Disponible en: <http://www.realidadaugmentada-fundaciontelefonica.com/category/%C2%BFque-aplicaciones-tiene-la-realidad-aumentada/>

METAIO, *SDK Metaio* [en línea]. (2014, 09 de Octubre). Disponible en: <http://www.metaio.com/sdk/>

METAIO, *Framework Metaio* [en línea]. (2014, 18 de Octubre). Disponible en: <https://dev.metaio.com/sdk/documentation/metaio-sdk-framework/>

MICROSOFT, *Sistema Operativo Windows Phone* [en línea]. (2013, 13 de Diciembre). [Online] Disponible en: <http://www.windowsphone.com/es-ec>

MILGRAM P., KISHINO A. F., *Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays* *IEICE Transactions on Information and Systems*, 1994, E77-D12, pp. 1321-1329

QUALCOMM, *SDK Vuforia* [en línea]. (2014, 24 de Noviembre). Disponible en: <https://developer.vuforia.com/>

VIRTUALAMA, *Realidad aumentada en el entretenimiento* [en línea]. (08 de Marzo 2013). Disponible en: <http://www.virtualama.com/blog/realidad-aumentada-y-ocio/>

VIRTUALAMA, *Sistema Operativo Android* [en línea]. (2014, 10 de Febrero). Disponible en: <http://planetubuntu.es/post/que-es-android>

WIKITUDE, *SDK Wikitude* [en línea]. (2014, 06 de Septiembre). Disponible en: <http://www.wikitude.com/>

SERRANO, A. *Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android*. Análisis comparativo entre ellas. (Tesis de Maestría)(Área Inteligencia Artificial). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España. 2012. p 35. Disponible en: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18028/Memoria%20TFM%20Ana%20Serrano.pdf?sequence=1>

ANEXOS

Anexo A

Modelo de la encuesta realizada sobre la aplicación ARForestal

DATOS GENERALES

Escuela:

Fecha:

e-mail:

El objetivo de la realización de la siguiente encuesta es el de evaluar el nivel de aceptación y funcionalidad que tiene la aplicación móvil de Realidad Aumentada denominada ARForestal en las actividades académicas de los estudiantes y docentes de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH.

Por favor lea detenidamente las preguntas y conteste con la mayor sinceridad y responsabilidad.

PREGUNTAS

1. ¿Le parecen adecuadas las metodologías que se utilizan en la actualidad para el proceso de enseñanza-aprendizaje?
SI () NO ()
2. ¿Cree Ud. que es importante el uso de la tecnología en sus horas de clases?
SI () NO ()
3. ¿Cree Ud. que la Realidad Aumentada es una tecnología que pueda contribuir la proceso de enseñanza - aprendizaje?
SI () NO ()
4. ¿Le parece que La Aplicación ARForestal es una buena herramienta de aprendizaje?
SI () NO ()
5. Indique el grado de importancia para usted de cada una de las siguientes características de la Aplicación, donde 1= Nada importante y 4 = Muy importante.

	1	2	3	4
Calidad de contenidos				
Rapidez				
Variedad de contenidos				
Diseño atractivo				

Funcionalidad				
---------------	--	--	--	--

6. ¿El nivel de dificultad para usar la aplicación ARForestal fue?
- Fácil ()
 - Medio ()
 - Difícil ()
7. ¿Cree que este tipo de aplicaciones se deberían aplicar en otras materias o temas?
- SI () NO ()
8. ¿La aplicación ARForestal le ayudó a comprender de manera más rápida los contenidos?
- SI () NO ()
9. Por favor, indique su grado de satisfacción general con la aplicación ARForestal en una escala de 1 a 5, donde 5 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

10. ¿Tiene usted algún comentario adicional o alguna sugerencia que nos ayude a mejorar la aplicación ARForestal?

Gracias por su colaboración

Anexo B

MANUAL TÉCNICO



Figura 1-B. Logo ARForestal
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Proporcionar una guía técnica a para los administradores del sistema en la cual se puedan apoyar para realizar labores de actualización o mantenimiento del sistema.

1.2. Objetivos específicos

- Mostrar la estructura física y lógica del sistema.
- Establecer la metodología utilizada para la elaboración del sistema.
- Describir las herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema.

1.3. Objetivo general del sistema

Proveer a los Estudiantes y Docentes de la Escuela de Ingeniería Forestal de una herramienta tecnológica que les permita conocer y aprender de mejor manera la flora presente en la ESPOCH-Riobamba.

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1. Datos generales del proyecto

Nombre del proyecto: ARForestal

Sector solicitante: Escuela de Ingeniería Forestal (EIF)

Equipo de trabajo: El desarrollo del presente proyecto está bajo la responsabilidad de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Facultad de Informática y Electrónica:

Vilma Araceli Guamán Campoverde

Nelson Joaquín Cuvi Ocaña

2.2. Datos generales de la institución

Nombre:

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Departamento:

Escuela de Ingeniería Forestal - ESPOCH

Dirección:

Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba – Ecuador

2.3. Alcance

La aplicación ARForestal es una aplicación de Realidad Aumentada, que interactúa con un catálogo de imágenes impreso y la cámara instalada en los dispositivos móviles como tablets y teléfonos inteligentes que tengan instaladas esta aplicación.

Cuando se enfoca la cámara al catálogo se presentaran algunos tipos de recursos multimedia como Imágenes, videos, animaciones y modelos en 3D, con lo que los usuarios podrán obtener información adicional a la presente en el catálogo y aumenta el nivel de interacción entre el usuario y la aplicación.

3. CONTENIDO TÉCNICO

3.1. Herramientas y equipos de desarrollo utilizadas

Hardware

- Laptop HP Probook 4440s
- Tablet Samsung Galaxy Tab II
- Smartphone Samsung Galaxy S3 mini

Software

- Entorno de Desarrollo Integrado Unity 3D
- SDK Android
- SDK Vuforia

Requerimientos del sistema

- 100Mb de espacio en disco
- 1Gb de RAM
- Cámara Trasera de 2mpx o superior

Sistemas operativos soportados:

Android 2.3 +

3.2. Instalación del sdk Android

Descargamos el SDK desde la página web oficial de Android <http://developer.android.com/sdk/index.html>



Figura 2-B. Página de descarga Android SDK

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Instalamos las librerías de desarrollo (API) para las diferentes versiones de Android con la ayuda del SDK Manager.

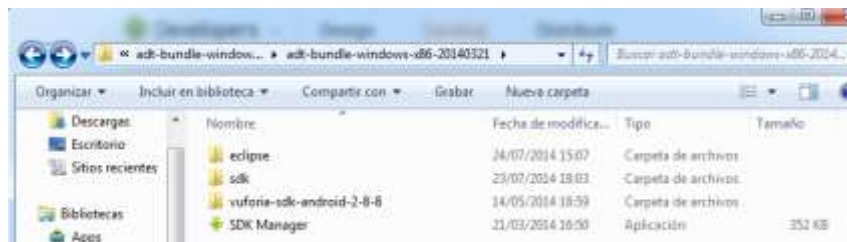


Figura 3-B. Ejecutable de SDK Android Manager
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Seleccionamos las APIs y herramientas necesarias para el desarrollo.

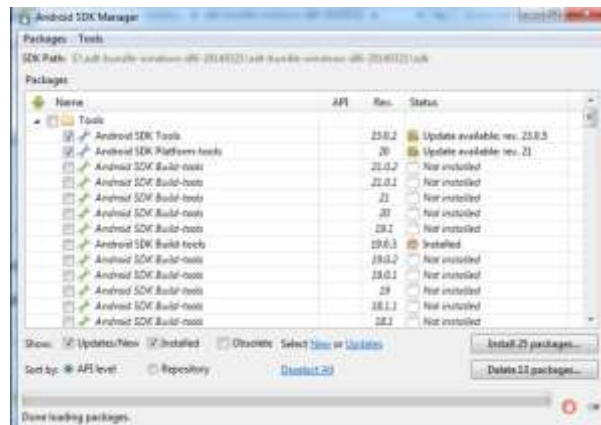


Figura 4-B. Android SDK Manager
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Direccionamos la direccion del SDK Android para su utilizacion en Unity, en la pestaña del menu Edit/Preferences/External Tools/Android SDK Location

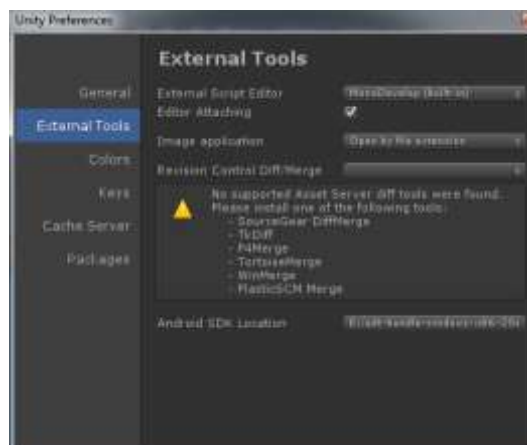


Figura 5-B. Configuración de localización de Android SDK en Unity
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.3. Instalación del SDK VUFORIA

Descargar el SDK Vuforia desde su página web oficial <https://developer.vuforia.com/> y luego descargamos la extensión para Unity 3D.

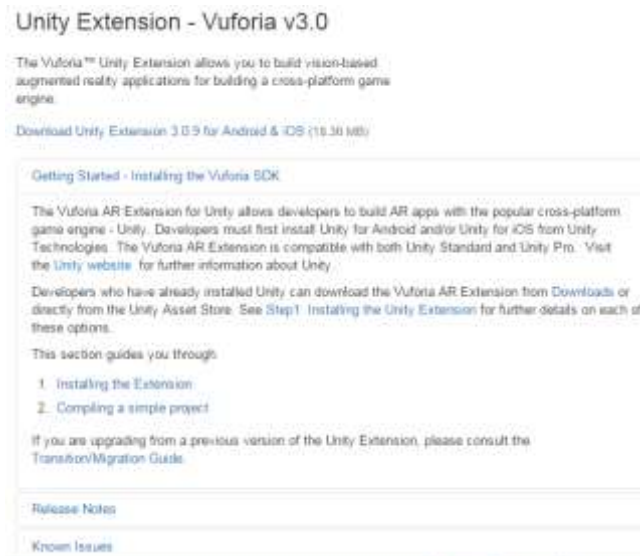


Figura 6-B. Descarga de SDK Vuforia

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Se descargara un archivo con extensión .unitypackage



Abrimos Unity



Figura 7-B. Ventana de Inicio de Unity 3D

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Creamos un nuevo proyecto

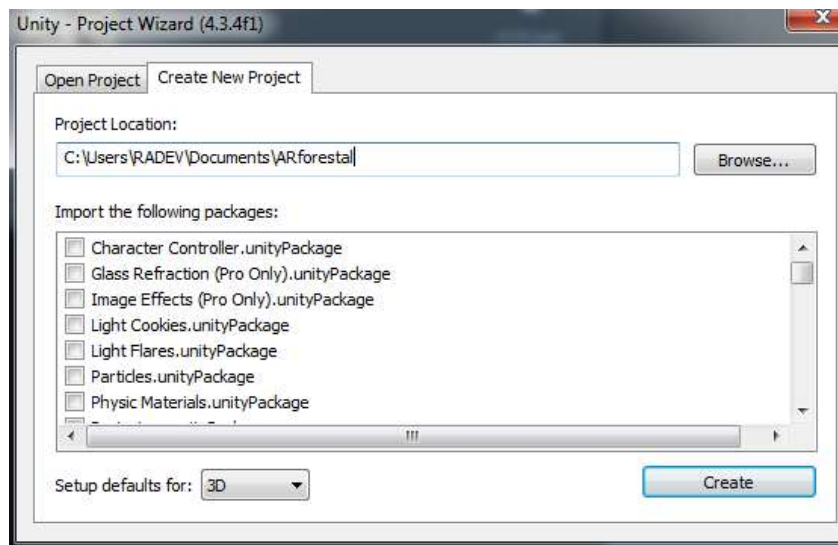


Figura 8-B. Nuevo proyecto Unity

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Importamos el paquete Vuforia descargado en la sección Assets/Import Package/Custom Package.

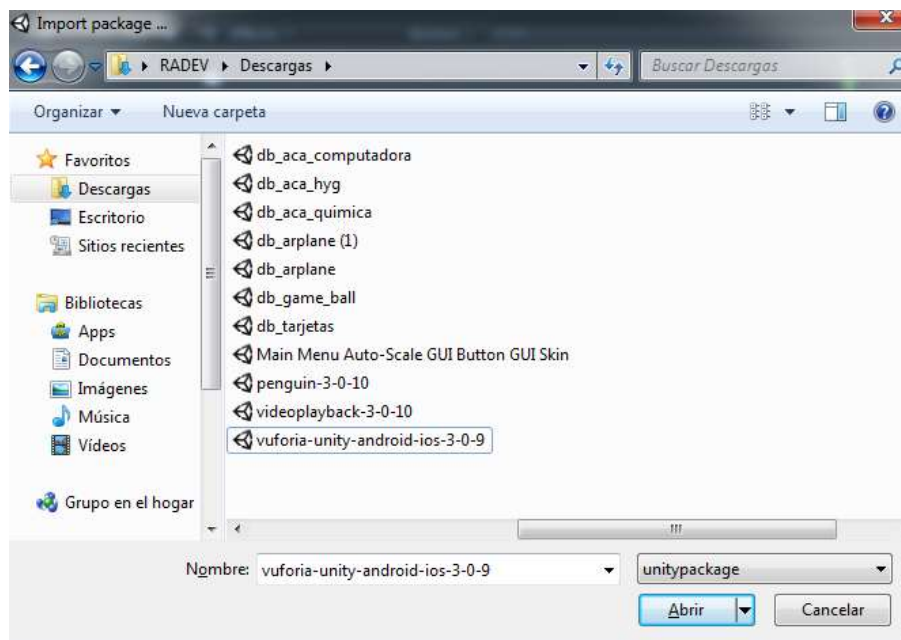


Figura 9-B. Importar Vuforia SDK

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Aparece un listado de los elementos a importar al proyecto. Seleccionamos todo y damos clic sobre el Botón **Import**.

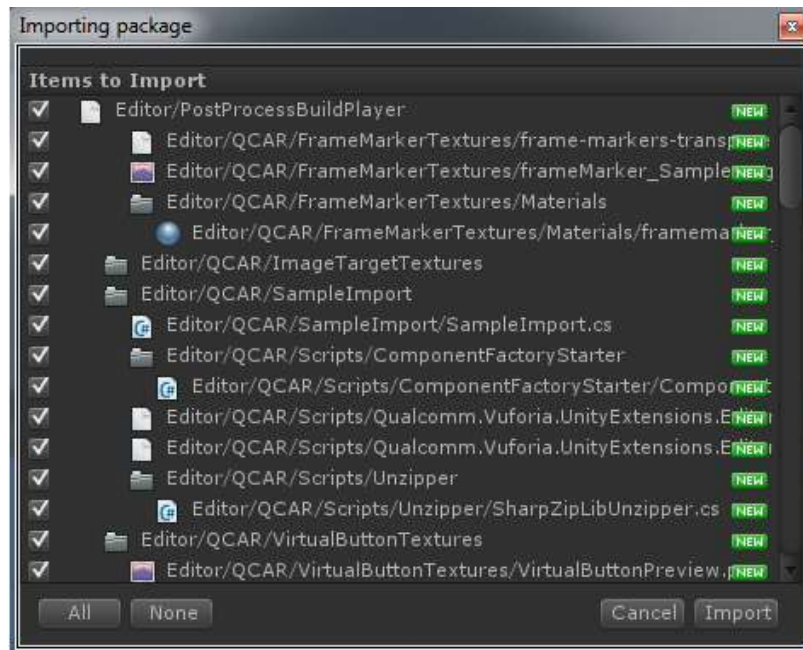


Figura 10-B. Elementos Vuforia a importar

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

En la pestaña Project se presentara una lista de Assets que permiten crear la aplicación de Realidad Aumentada.

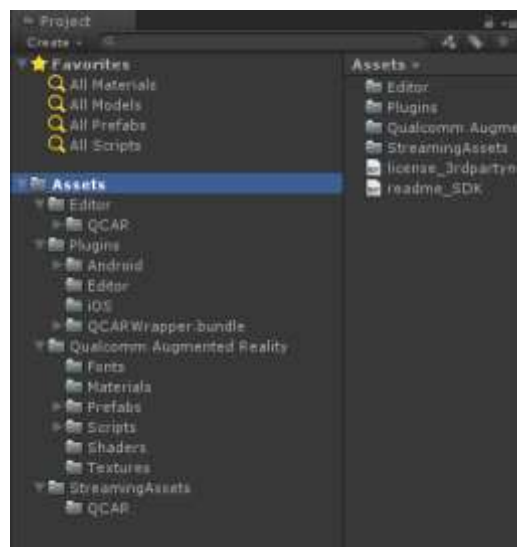


Figura 11-B. Ventana Assets de Unity y Vuforia

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.4. Instalación de la aplicación

3.4.1. Desde Google Play

1. Ir a la tienda de aplicaciones Android de Google denominada Google Play (<https://play.google.com/store>).
2. En la opción de buscar ingresar el nombre de la aplicación ARForestal.
3. Una vez encontrada y seleccionada, dar click en “Instalar”.
4. Aceptar los términos y permisos que la aplicación necesita para su funcionamiento.
5. Una vez instalada la aplicación deberá aparecer el icono de la aplicación en el menú de aplicaciones del dispositivo móvil.

3.4.2. Desde fuentes desconocidas

1. Copiar el archivo de instalación de la aplicación “arforestal.apk” en la memoria interna o externa del dispositivo móvil.
2. Ir al menú de Configuraciones del dispositivo.
3. Ahora entramos en la opción Seguridad.
4. Activamos la pestaña de Fuentes desconocidas u Orígenes desconocidos.
5. Una vez activada esta opción ya podremos instalar aplicaciones que nos sean de la tienda de aplicaciones Android Google Play.
6. Ahora ingresamos al administrador de archivos del dispositivo y buscamos la ubicación en donde almacenamos el archivo de la aplicación “**arforestal.apk**”.
7. Seleccionamos este archivo y se iniciara el asistente de instalación.
8. Aceptamos los términos de permisos que necesita la aplicación y el proceso de instalación iniciará.

9. Una vez terminado este proceso se desplegara un mensaje de confirmación de que la aplicación se ha instalado o no.

3.5. Modelo de desarrollo

Modelo XP

Es una metodología ágil que se encarga de potenciar las relaciones interpersonales para el éxito de proyectos de desarrollo de software. Está enfocado al trabajo en equipo y se basa en la retroalimentación continua del cliente y el equipo de trabajo además de contar con una comunicación fluida y simplicidad en las soluciones implementadas. La programación extrema (XP) es una metodología de desarrollo ligera basada en una serie de valores y de prácticas de buenas maneras que persigue aumentar la productividad en el desarrollo de proyectos de software. El modelo XP básicamente busca dos objetivos.

1. Hacer un software con calidad
2. Hacerlo de la forma más rápida posible

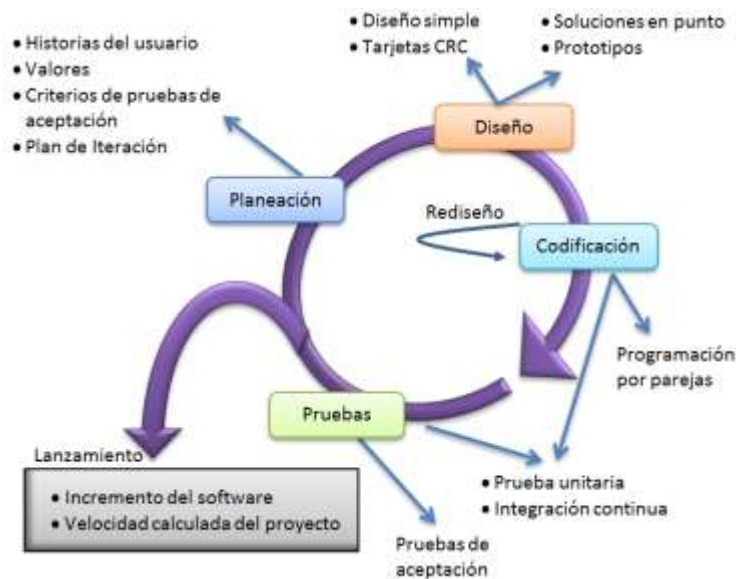


Figura 12-B. Modelo de Desarrollo XP

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.5.1. Fases de la metodología xp

1ª Fase: Planificación del proyecto.

En esta primera fase se debe hacer primero una recopilación de todos los requerimientos del proyecto, también debe haber una interacción con el usuario, y se debe planificar bien entre los

desarrolladores del proyecto que es lo que se quiere para el proyecto para así lograr los objetivos finales.

2ª Fase: Diseño.

Se sugiere que hay que conseguir diseños simples y sencillos. Para procurar hacerlo todo lo menos complicado posible para el usuario o cliente, para conseguir un diseño fácilmente entendible e implementable que a la larga costará menos tiempo y esfuerzo para desarrollarlo. En esta fase se logrará crear parte del proyecto la parte física la interfaz que tendrá el usuario o cliente con el proyecto.

3ª Fase: Codificación.

Como ya se dijo en la introducción, el cliente es una parte más del equipo de desarrollo; su presencia es indispensable en las distintas fases de XP. A la hora de codificar una historia de usuario su presencia es aún más necesaria. No olvidemos que los clientes son los que crean las historias de usuario y negocian los tiempos en los que serán implementadas.

Antes del desarrollo de cada historia de usuario el cliente debe especificar detalladamente lo que ésta hará y también tendrá que estar presente cuando se realicen los test que verifiquen que la historia implementada cumple la funcionalidad especificada. En esta fase de la codificación los clientes y los desarrolladores del proyecto deben estar en comunicación para que los desarrolladores puedan codificar todo lo necesario para el proyecto que se requiere, en esta fase está incluido todo lo de codificación o programación por parte de los desarrolladores del proyecto.

4ª Fase: Pruebas.

Uno de los pilares de la metodología XP es el uso de test para comprobar el funcionamiento de los códigos que vayamos implementando. Para esta fase lo que se implementa son pruebas que se le hacen al proyecto o como ya se dijo a los códigos que se vayan implementando.

3.6. Arquitectura de software

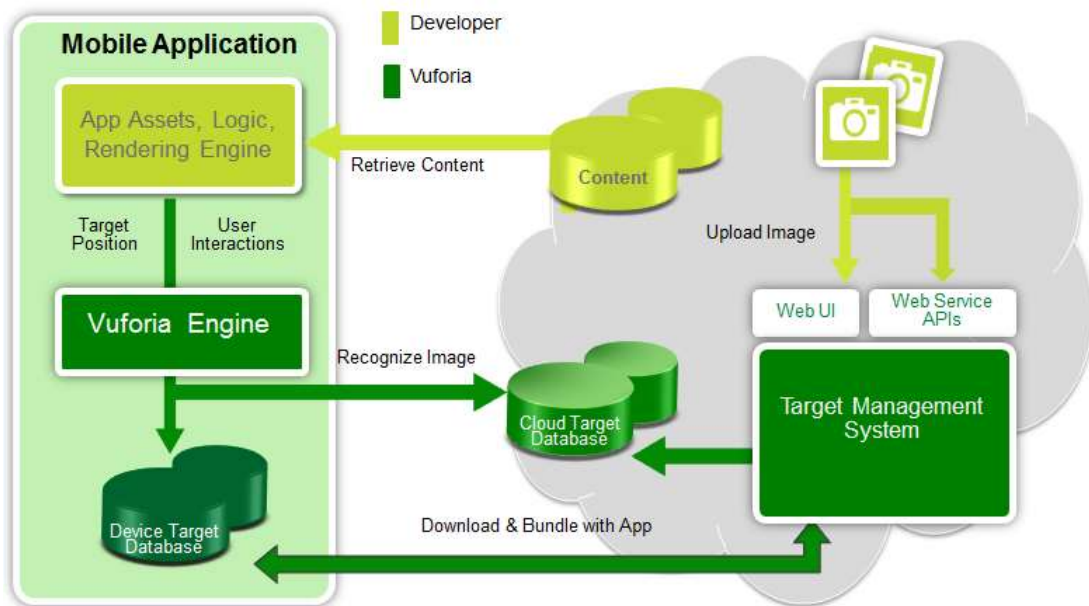


Figura 13-B. Arquitectura de Vuforia SDK

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Una aplicación basada en el SDK Vuforia se compone de los siguientes elementos:

- **Cámara**

La cámara se asegura que cada frame es capturado y pasado eficientemente al Tracker. El desarrollador solo ha de decir cuando ha de comenzar y terminar de capturar. La imagen es entregada automáticamente en un formato y tamaño dependiendo del dispositivo.

- **ImageConverter**

Se encarga de convertir la imagen capturada por la cámara en un formato aceptable para que OpenGL-ES la renderice y trate. Esta conversión también incluye una reducción del muestreo para tener la imagen de la cámara en diferentes resoluciones para diferentes procesos.

- **Tracker**

Es la parte encargada de detectar y rasterizar la imagen captada mediante algoritmos computacionales de visionado. Partiendo de la imagen captada por la cámara, se preocupa de detectar nuevos marcadores, objetos y de evaluar posibles botones virtuales. El resultado es almacenado en un objeto usado por el renderizador de video y que puede también ser accesible desde el código del desarrollador. Puede cargar distinto conjuntos de datos, patrones de reconocimiento, pero solo uno puede estar activo al mismo tiempo.

3.7. Restricciones

Del sistema

50 Mb de espacio en disco

1Gb de RAM

Sistemas operativos soportados:

Android 2.3 +

3.8. Modelo de datos

3.8.1. Creación de base de datos con target manager de Vuforia

Ingresamos a la página oficial de Vuforia <https://developer.vuforia.com/> y creamos una cuenta como desarrollador y nos autenticamos.

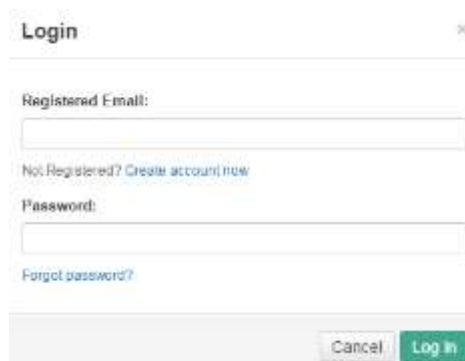
A screenshot of a web browser window titled "Login". The form contains two input fields: "Registered Email:" and "Password:". Below the email field is a link that says "Not Registered? Create account now". Below the password field is a link that says "Forgot password?". At the bottom right of the form are two buttons: "Cancel" and "Log In".

Figura 14-B. Página de creación de cuenta Vuforia
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Nos dirigimos a la pestaña Target Manager



Figura 15-B. Target Manager Vuforia
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Pulsamos el Botón “Create Database”. Y le damos el nombre deseado.

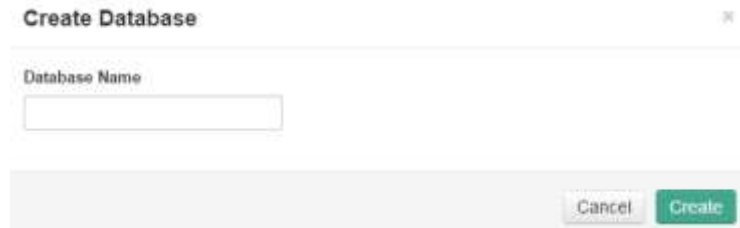


Figura 16-B. Creación de base de datos Vuforia
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Creamos la Base de Datos y a continuación presionamos el Botón “Add Target” en donde subiremos todas las imágenes deseadas para la aplicación.

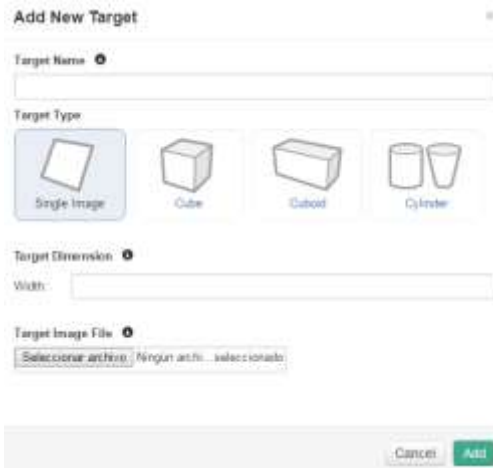


Figura 17-B. Ventana de carga de imagen target
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Una vez subida todas las imágenes descargamos el paquete de imágenes para incluirlo en Unity. Seleccionamos las imágenes deseadas y presionamos el Botón “Download Select Target”, escogemos la opción Unity Editor, le damos el nombre deseado al paquete y presionamos el Botón “Create”.



Figura 18-B. Método de descarga de base de datos Vuforia
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Se descargara un archivo con extensión .unitypackage



Importamos el paquete a través de Assets/Import Package/Custom Package.

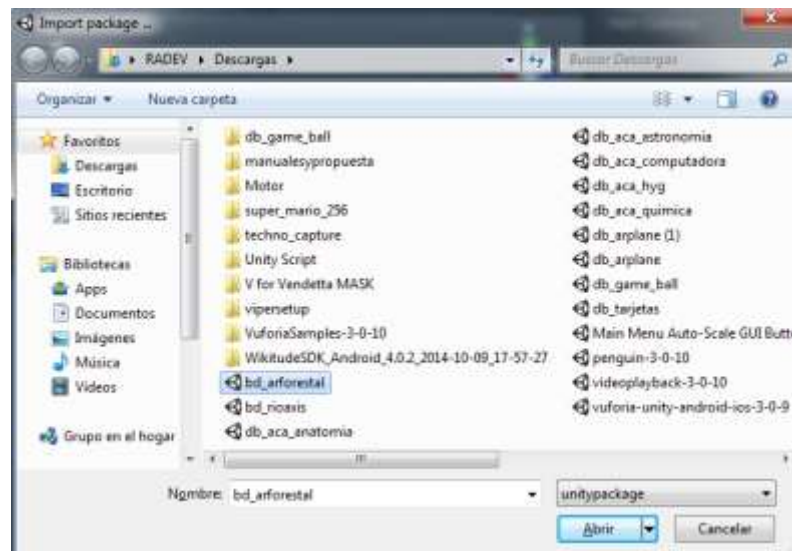


Figura 19-B. Importación de base de datos Vuforia
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

3.8.2. Creación de un proyecto con UNITY y VUFORIA

- Creamos un Proyecto de Unity.
- Importamos al proyecto la extensión del SDK Vuforia, mediante la opción Assets/Import Package/Custom Package.
- Añadimos a la escena el componente ARCamera que se encuentra en la sección Assets/Prefabs.
- En la sección “Data Set Load Behaviour” aparecerá una lista de las Base de Datos presentes en la cual elegimos la deseada y activamos la casilla “Load Data Set” y “Activa”.

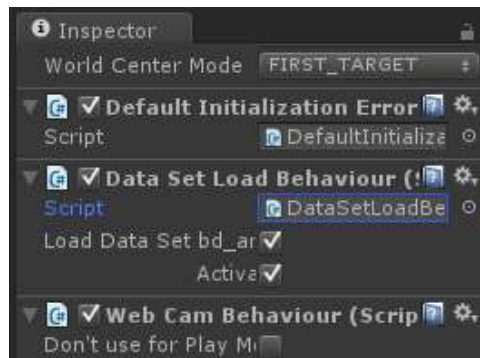


Figura 20-B. Activación de base de datos Vuforia

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Añadimos a la escena el Prefab denominado Image Target, seleccionamos la Base de Datos deseada y el Target (Imagen).



Figura 21-B. Carga de imagen en Image Target

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Componentes del API Vuforia

El API del SDK Vuforia está compuesto por varios elementos previamente codificados y listos para utilizarlos, entre los cuales tenemos:

Prefabs

Son elementos u objetos previamente creados los cuales pueden ser utilizados, reutilizados y modificados en cualquier escena de la aplicación creada en Unity3D, el prefab actúa como una plantilla a partir de la cual se pueden crear nuevas instancias del objeto en la escena. Cualquier

edición hecha a un prefab asset será inmediatamente reflejado en todas las instancias producidas por él, pero, también se puede anular componentes y ajustes para cada instancia individualmente.

El SDK Vuforia presenta los siguientes Prefabs para la construcción de aplicaciones de Realidad Aumentada:

ARCamera

Este representa y permite utilizar la cámara del dispositivo en donde está instalada la aplicación, posee las funciones necesarias para inicializar la cámara y gestionar el proceso de reconocimiento y seguimiento de las imágenes, además de permitir la carga y activación de la Base de Datos.

CloudRecognition

Este permite crear un servicio web el cual accederá a una Base de Datos de imágenes que está en la Nube, para no tener que incluir todas las imágenes a reconocer dentro de la aplicación.

CylinderTarget

Estos son objetos de forma cilíndrica o cónica que la aplicación reconocerá, a los cuales se les puede asignar elementos aumentables en la parte lateral superior de la imagen.

FrameMarker

Son marcadores previamente establecidos por el SDK Vuforia el cual posee un patrón codificado en los bordes de la imagen y los cuales serán personalizados con los objetos aumentables.

ImageTarget

Son las imágenes que previamente se almacenaron en la Base de Datos de Vuforia y las cuales después de haber sido analizados por el sistema se pueden incluir en la aplicación el contenido aumentable.

MultiTarget

Son un conjunto de ImageTarget los cuales pueden ser incluidos y reconocidos por la aplicación simultáneamente.

TextRecongnition

Una de las opciones más sofisticadas de Vuforia es la capacidad de reconocer texto siempre y cuando cumpla algunas de las características como: Tener una longitud de 2 a 24 caracteres, puede contener guiones (-), puede contener un espacio, no puede contener números.

VirtualButton

Son regiones rectangulares invisibles previamente establecidas sobre la `ImageTarget` los cuales al ser presionadas o tocadas puedes desencadenar algún tipo de evento, este efecto se produce siempre y cuando esta área este siendo enfocada por la cámara.

Scripts

Adicionalmente con el SDK Vuforia se incluyen algunos archivos denominados Scripts que son porciones de código codificadas con funciones previamente establecidas para su uso, de los Prefabs o de los objetos incluidos en las escenas de la aplicación.

Es posible atar estos Scripts a los objetos simplemente con solo arrastrarlos y colocarlos sobre el objeto deseado, y posteriormente personalizarlos y configurar las variables publicas desde la interfaz de Unity.

Se pueden crear más Scripts utilizando el Entorno de Desarrollo Integrado proporcionado por Unity denominado `MonoDevelop`.

Lenguajes de programación

Para codificar estos Scripts se puede utilizar 3 tipos de lenguajes de programación:

Javascript: lenguaje diseñado específicamente para ser usado en aplicación es creadas en Unity, actualmente denominado `UnityScript`.

C# Script: lenguaje desarrollado por Microsoft para plataformas .NET derivado del lenguaje C y C++.

Boo Script: es un lenguaje .NET y utiliza sintaxis similar a Phyton.

Anexo C

MANUAL DE USUARIO



Figura 1-C. Logo aplicación ARForestal

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

PROPÓSITO

Este manual describe detalladamente las instrucciones del manejo la aplicación móvil de Realidad Aumentada denominada ARForestal. Se recomienda la lectura de este manual antes de usar la aplicación.

ALCANCE

Este manual está orientado a usuarios de la aplicación móvil ARForestal. Pretende servir de referencia y de introducción a la aplicación.

1. OBJETIVO

1.1. Objetivo General

Este documento tiene como objetivo principal servir como guía de uso del sistema para los usuarios directos como son: estudiantes y docentes de la Escuela de Ingeniería Forestal.

1.2. Objetivos Específicos

Enseñar el manejo y funcionamiento de cada una de las funciones de la aplicación. Dar guías para la solución de algunos problemas o complicaciones que se tenga al utilizar la aplicación.

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1. Datos generales del proyecto

Nombre del proyecto: Aplicación Móvil de Realidad Aumentada ARForestal.

Sector solicitante: Escuela de Ingeniería Forestal

Equipo de trabajo: El desarrollo del presente proyecto está bajo la responsabilidad de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Facultad de Informática y Electrónica:

Vilma Araceli Guamán Campoverde

Nelson Joaquín Cuvi Ocaña

2.2. Datos generales de la institución

Nombre:

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Departamento:

Escuela de Ingeniería Forestal

Dirección:

Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba – Ecuador

2.3. Descripción de la aplicación

La aplicación ARForestal es una aplicación para dispositivos móviles como tablets y teléfonos inteligentes con Sistema Operativo Android que utiliza la tecnología de Realidad Aumentada para presentar contenidos multimedia virtuales como videos, texto, imágenes, sonido, animaciones y modelos 3D sobre un catálogo de fotos impreso de las plantas existentes dentro del Campus ESPOCH-Riobamba.

Requerimientos de sistema

- 100Mb de espacio en disco
- 1Gb de RAM
- Cámara Trasera de 2mpx o superior

- Sistemas operativos soportados:
- Android 2.3 +

2.4. Instalación de la aplicación

2.4.1. Desde Google Play

- Ir a la tienda de aplicaciones Android de Google denominada Google Play (<https://play.google.com/store>).
- En la opción de buscar ingresar el nombre de la aplicación ARForestal.
- Una vez encontrada y seleccionada, dar click en “Instalar”.
- Aceptar los términos y permisos que la aplicación necesita para su funcionamiento.
- Una vez instalada la aplicación deberá aparecer el icono de la aplicación en el menú de aplicaciones del dispositivo móvil.

2.4.2. Desde fuentes desconocidas

- Copiar el archivo de instalación de la aplicación “**arforestal.apk**” en la memoria interna o externa del dispositivo móvil.
- Ir al menú de **Configuraciones** del dispositivo.
- Ahora entramos en la opción **Seguridad**.
- Activamos la pestaña de **Fuentes desconocidas** u **Orígenes desconocidos**.
- Una vez activada esta opción ya podremos instalar aplicaciones que nos sean de la tienda de aplicaciones Android Google Play.
- Ahora ingresamos al administrador de archivos del dispositivo y buscamos la ubicación en donde almacenamos el archivo de la aplicación “arforestal.apk”.

- Seleccionamos este archivo y se iniciara el asistente de instalación.
- Aceptamos los términos de permisos que necesita la aplicación y el proceso de instalación iniciará.
- Una vez terminado este proceso se desplegara un mensaje de confirmación de que la aplicación se ha instalado o no.

2.5. Funcionamiento

2.5.1. Icono del sistema



Figura 2-C. Icono aplicación ARForestal
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

2.5.2. Inicio del sistema

Al iniciar la aplicación se presenta una pantalla en la cual se observa un animacion y el logotipo. En donde se debe tocar la pantalla para poder ingresar al menu principal.



Figura 3-C. Interfaz de inicio ARForestal
Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

2.5.3. Menú principal



Figura 4-C. Menú de inicio ARForestal

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

2.5.4. Galería



Figura 5-C. Botón Galería ARForestal

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

En esta opción permite visualizar modelos en 3D de las plantas o partes de las plantas del catálogo, además de información en formato texto e imágenes que permiten obtener información más detallada de esta especie.

Instrucciones de Uso

- Seleccione el Botón Galería
- Seleccione una de las imágenes del catálogo con el logotipo de Galería.
- Enfoque la cámara sobre la imagen seleccionada
- Se desplegará un modelo en 3D.

Para hacer ZOOM IN o ZOOM OUT del modelo es necesario acercar la cámara sobre la imagen y el modelo sin perder completamente la perspectiva de la misma.

Si queremos hacer girar al modelo para poder visualizarlo más detalladamente, se puede girar o mover la imagen del catálogo o simplemente tocando la pantalla del dispositivo móvil, con gestos de deslizamiento hacia arriba o hacia abajo, a la izquierda o derecha.

2.5.5. Videos



Figura 6-C. Botón Video ARForestal

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Otro de los recursos multimedia que se puede observar en la aplicación son los videos informativos.

Instrucciones de Uso

- Seleccione el Boton Videos.
- Seleccione una de las imágenes del catalogo con el logotipo Videos.
- Enfoque la camara del dispositivo movil sobre la imagen seleccionada.
- Aparecera un cuadro de reproduccion con un Boton de Play en el Centro.
- Toque el Boton Play para reproducir el video.
- Puede pausar el video dando click sobre el cuador de reproduccion.

2.5.6. Animaciones



Figura 7-C. Botón Animación ARForestal

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Para poder entender ciertos procesos forestales es necesario presentar animaciones 3D con lo que el usuario puede entender de mejor manera estos fenómenos, para lo cual tenemos esta sección.

Instrucciones de Uso

- Seleccione el Boton Animaciones.
- Seleccione una de las imágenes del catalogo con el logotipo Animacion.
- Enfoque la camara del dispositivo movil sobre la imagen seleccionada.
- Toque el boton Play impreso en la imagen con su dedo.
- Siquiere detener la animacion precina el boton Pausa.

2.5.7. Ayuda



Figura 8-C. Botón Ayuda ARForestal

Realizado por: Vilma Guamán y Nelson Cuvi

Si se tiene alguna duda sobre la utilización correcta de la aplicación esta la sección de Ayuda en donde se describe este proceso para información del usuario.

Instrucciones de Uso

- Seleccione el Boton Ayuda.
- Lea detenidamente las instrucciones.

NOTA: Tambien puede revisar el catalogo impreso en donde se detallan estas instrucciones de uso.