

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES**  
**CARRERA DE INFORMÁTICA**



**PROYECTO DE GRADO**

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA EN EL APRENDIZAJE  
DEL APARATO CIRCULATORIO EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA PARA ALUMNOS  
DEL NIVEL SECUNDARIO  
CASO: COL. TEC. HUMANÍSTICO EUFRASIO IBÁÑEZ”**

Para optar al Título de Licenciatura en Informática  
Mención: Ingeniería de Sistemas Informáticos

**POSTULANTE:** Univ. Alvaro Luis Alejo Apaza  
**TUTOR METODOLÓGICO:** M. Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado  
**ASESOR:** Lic. German Huanca Ticona

**LA PAZ – BOLIVIA**  
**2015**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMÁTICA**



**LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

## **DEDICATORIA**

Durante toda mi trayectoria Universitaria hubieron dos personas muy especiales a las que tengo el honor de dedicarles con mucho cariño este trabajo, mis padres: Toribio Alejo y Emma Apaza. Los cuales con todo su amor y comprensión me pudieron soportar y al mismo tiempo apoyarme sin pedir nada a cambio.

A mis hermanas, por estar siempre al lado mío dándome su apoyo y acompañándome en toda mi carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente proyecto de grado es producto esfuerzo y dedicación en mi querida carrera de Informática, en todo ese tiempo tuve la oportunidad de conocer muchas personas las cuales me brindaron su amistad y también aprender de los docentes que con mucha dedicación compartieron sus conocimientos en aulas.

Agradezco a mi familia, mi madre que me brindo su cariño y amor en todo momento, mi padre que me dio las fuerzas necesarias para levantarme en cada caída, a mis hermanas Wendy, Mayra, Carol y Kely que supieron apoyarme y porque sin su apoyo y cariño, no habría logrado llegar hasta este momento tan importante en mi vida.

Agradezco a mi asesor, Lic German Huanca Ticona, por haber aceptado y tomarse el tiempo de revisar este trabajo además por su apoyo, paciencia y confianza. Así también agradezco a mi tutor metodológico M. Sc. Aldo Valdez Alvarado pues por sus indicaciones y su valiosa orientación pude elaborar este trabajo.

Al Director del Colegio Hernán J. Barrientos, por su confianza y aceptar que pueda desarrollar mí proyecto de grado en su establecimiento educativo y ser puente para llegar al punto final de mi carrera universitaria.

A todas las personas que fueron parte de mi vida, decirles de todo corazón muchas gracias.

Alvaro Luis Alejo Apaza

## **RESUMEN**

Es importante el uso de nuevas tecnologías en el ámbito educativo ya sea en todas las áreas de enseñanza. Debido a su importancia, la enseñanza a los jóvenes estudiantes del 3ro de secundaria pues ser será la base con la cual saldrán bachilleres y podrán optar por una carrera universitaria u otra área profesional.

Una de las tecnologías que está creciendo de forma rápida es la Realidad Aumentada (RA), ya que su uso es más didáctico e interactivo con el uso de dispositivos móviles, además logra ofrecer contenido en tres dimensiones aumentando su percepción de realidad. El presente Proyecto de Grado “IMPLEMENTACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA EN EL APRENDIZAJE DEL APARATO CIRCULATORIO EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA PARA ALUMNOS DEL NIVEL SECUNDARIO. CASO: COL. TEC. HUMANÍSTICO EUFRASIO IBÁÑEZ”, describe la creación de una aplicación móvil que sirve como herramienta educativa accesible y adecuada al medio que nos rodea. Mediante modelos 3D, Imágenes, Sonidos y Marcadores; los estudiantes tendrán una mejor percepción del tema.

Se utilizó Unity 3D, Blender y el SDK Vuforia de realidad aumentada y el lenguaje de programación C#.

Una vez desarrollado la Aplicación móvil, se realizaron pruebas con las que se pudieron determinar la calidad y los beneficios que este brinda, en un entorno social tecnológico y económico. Para los docentes, estudiantes y para el colegio en general.

### **Palabras clave:**

Realidad Aumentada, Aparato Circulatorio, Enseñanza – Aprendizaje, tecnología móvil

## **ABSTRACT**

It is important to use new technologies in education either in all areas of education. Because of its importance, teaching young students of the 3rd secondary because it will be the basis on which high school and will be eligible for a university degree or other professional area.

One technology that is growing quickly is the Augmented Reality (AR), because its use is more educational and interactive with the use of mobile devices, and manages to offer content in three dimensions increasing their perception of reality. This draft Grade "IMPLEMENTATION OF AUGMENTED REALITY IN LEARNING Circulatory IN THE AREA OF BIOLOGY FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS. CASE: COL. TEC. HUMANISTICO EUFRASIO IBANEZ "describes the creation of a mobile application that serves as accessible and appropriate to our environment educational tool. Using 3D models, images, sounds and markers; students will have a better perception of the subject.

Unity 3D, Blender and Vuforia augmented reality SDK and C # programming language was used.

Once developed the mobile application, testing which could determine the quality and the benefits it provides, in a technological and economic social environment were made. For teachers, students and the school in general.

### **Key Words:**

Augmented Reality, circulatory, teaching – learning, mobile technology,

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>1</b>
1.1	INTRODUCCIÓN.....	2
1.2	ANTECEDENTES .....	3
1.2.1	ANTECEDENTES INSTITUCIONALES .....	3
1.2.2	ANTECEDENTES DE PROYECTOS SIMILARES.....	4
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
1.3.1	PROBLEMA CENTRAL .....	6
1.3.2	PROBLEMAS SECUNDARIOS.....	6
1.4	DEFINICIÓN DE OBJETIVOS .....	7
1.4.1	OBJETIVO GENERAL .....	7
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
1.5	JUSTIFICACIÓN .....	8
1.5.1	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	8
1.5.2	JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	8
1.5.3	JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA .....	9
1.6	ALCANCES Y LIMITES .....	10
1.6.1	ALCANCES.....	10
1.6.2	LIMITES.....	10
1.7	APORTES .....	11
1.7.1	APORTE PRÁCTICO .....	11
1.7.2	APORTE TEÓRICO .....	11
1.8	METODOLOGÍA .....	12
1.9	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS DE ENSEÑANZA EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA .....	13
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1	INTRODUCCIÓN.....	15
2.2	INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO .....	15
2.3	METODOLOGÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO Me ISE .....	16
2.3.1	ETAPA DE DEFINICIÓN .....	16
2.3.1.1	FASE CONCEPTUAL.....	16
2.3.1.2	ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL .....	17
2.3.1.3	PLAN DE ITERACIONES. ....	18
2.3.2	ETAPA DE DESARROLLO.....	19
2.3.2.1	DISEÑO COMPUTACIONAL .....	19
2.3.2.2	DESARROLLO.....	19
2.3.2.3	DESPLIEGUE .....	20
2.4	INGENIERÍA MÓVIL .....	21
2.5	METODOLOGÍA MOBILE D .....	21
2.5.1	EXPLORACIÓN.....	22
2.5.2	INICIALIZACIÓN .....	22

2.5.3	PRODUCCIÓN .....	23
2.5.4	ESTABILIZACIÓN .....	23
2.5.5	PRUEBAS .....	24
2.6	REALIDAD AUMENTADA (RA) .....	25
2.6.1	ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO .....	27
2.6.2	MARCADORES Y RECONOCIMIENTO .....	28
2.6.3	OPENGL Y OPENGL ES .....	29
2.6.4	SOFTWARE PARA LA REALIDAD AUMENTADA .....	29
2.6.5	VUFORIA SDK .....	31
2.6.5.1	ARQUITECTURA DE VUFORIA .....	32
2.6.6	EDITOR UNITY 3D .....	33
2.6.6.1	ENTORNO DE UNITY 3D .....	34
2.6.6.2	DESARROLLOS 3D Y 2D .....	35
2.7	DISEÑO DE OBJETOS 3D .....	36
2.7.1	MODELADO, ANIMACIÓN E ILUMINACIÓN .....	36
2.7.2	BLENDER .....	36
2.7.3	TECNOLOGÍAS MÓVILES .....	37
2.7.3.1	DISPOSITIVOS MÓVILES .....	38
2.8	MOTIVACIÓN DE APRENDIZAJE .....	39
2.8.1	MOTIVACIÓN BASADA CON EL USO DE TECNOLOGÍAS .....	39
2.9	ESTUDIO EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA .....	40
2.10	CONTENIDO Y EJES ARTICULARES .....	40
2.10.1	EL APARATO CIRCULATORIO .....	41
2.10.1.1	EL CORAZÓN .....	41
2.10.1.2	VASOS SANGUÍNEOS .....	43
2.10.1.3	LA SANGRE .....	44
2.10.1.4	TRABAJO DEL CORAZÓN Y RECORRIDO DE LA SANGRE .....	46
3	MARCO APLICATIVO .....	48
3.1	INTRODUCCIÓN .....	49
3.2	REFACTORIZACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ME ISE – MOBILE D .....	49
3.2.1	FASE CONCEPTUAL – EXPLORACIÓN .....	50
3.2.1.1	ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LAS NECESIDADES EDUCATIVAS .....	51
3.2.1.2	PROBLEMAS EXISTENTES .....	51
3.2.1.3	SOLUCIONES DE LAS PROBLEMÁTICAS .....	52
3.2.2	ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL Y PLAN DE ITERACIONES – INICIALIZACIÓN .....	53
3.2.2.1	ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN .....	53
3.2.2.2	USUARIOS .....	54
3.2.2.3	ÁREA DE CONTENIDO .....	55
3.2.2.4	LÍMITES Y RECURSOS .....	55
3.2.2.5	SOPORTE DE SOFTWARE Y HARDWARE REQUERIDO .....	56
3.2.2.6	DISEÑO COMUNICATIVO .....	56

3.2.2.7	DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA .....	57
3.2.2.8	DISEÑO E INICIALIZACIÓN DE INTERFACES DE USUARIO .....	57
3.2.2.9	REPRESENTACIÓN DEL PROYECTO EN GENERAL.....	60
3.2.2.10	IDENTIFICACIÓN DE ROLES Y TEREAS DE USUARIO.....	60
3.2.3	DISEÑO COMPUTACIONAL - PRODUCCIÓN.....	61
3.2.3.1	DIAGRAMAS DE CASO DE USO .....	61
3.2.3.2	CASOS DE USO EXPANDIDOS .....	63
3.2.3.3	TRABAJO EN EL DISEÑO COMPUTACIONAL .....	67
3.2.4	DESARROLLO - ESTABILIZACIÓN.....	71
3.2.5	PRUEBAS - DESPLIEGUE .....	72
3.2.5.1	PRUEBAS DE RECONOCIMIENTO .....	72
3.2.5.2	PRUEBA DE CAJA NEGRA.....	73
3.2.5.3	PRUEBAS DE CAJA BLANCA .....	75
<b>4</b>	<b>CALIDAD .....</b>	<b>78</b>
4.1	INTRODUCCIÓN.....	79
4.2	FACTORES DE CALIDAD SEGÚN ESTÁNDAR ISO - 9126 .....	80
4.2.1	USABILIDAD (FACTIBILIDAD DE USO) .....	80
4.2.1.1	TEST DE USUARIO FINAL .....	80
4.2.2	FUNCIONABILIDAD .....	81
4.2.3	EFICIENCIA .....	85
4.2.4	CONFIABILIDAD (FIABILIDAD) .....	86
4.2.5	MANTENIBILIDAD .....	87
4.2.6	TRANSPORTABILIDAD .....	87
4.3	ASPECTOS DEL SOFTWARE EDUCATIVO .....	89
<b>5</b>	<b>ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO .....</b>	<b>91</b>
5.1	ESTIMACIÓN DE COSTO .....	92
5.1.1	FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COSTO DE SOFTWARE .....	92
5.2	CALCULO DE COSTO MEDIANTE COCOMO II .....	92
5.2.1	MODELOS DE DISEÑO TEMPRANO .....	94
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
6.1	CONCLUSIONES.....	101
6.2	RECOMENDACIONES .....	102
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>103</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>106</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Desarrollo SE I (Ingeniería de Software Educativo) .....	15
Figura 2.2: Metodología de Software Me ISE.....	16
Figura 2.3: Ciclo de Desarrollo Mobile D.....	22
Figura 2.4.- Estructura del manejo de la R.A .....	26
Figura 2.5. Esquema del funcionamiento de la Realidad Aumentada.....	28
Figura 2.6.- RA basada en reconocimiento de Marcadores.....	29
Figura 2.7.- SDK Vuforia.....	31
Figura 2.8.- Diagrama de flujo de datos del SDK Vuforia.....	33
Figura 2.9.- Logo oficial del editor Unity 3D.....	34
Figura 2.10.- Interfaz dinámica y entendible de Blender .....	37
Figura 2.11.- El Corazón .....	42
Figura 2.12.- Vasos Sanguíneos .....	43
Figura 2.13.- Composición de la Sangre .....	44
Figura 2.14.- Composición en porcentaje de la Sangre.....	46
Figura 2.15.- Recorrido de la Sangre.....	47
Figura 3.1.- Refactorización de Me ISE – Mobile D.....	50
Figura 3.10.- Modelo del Corazón entero .....	68
Figura 3.11.- Modelo del corazón partido en dos.....	69
Figura 3.12.- Modelo de la estructura de una Vena.....	69
Figura 3.13.- Modelo de la estructura de la circulación .....	70
Figura 3.14.- Diseño del marcador “corazón.....	70
Figura 3.15.- Target Manager, con características de calidad .....	71
Figura 3.16.- Reconocimiento de marcadores .....	72
Figura 3.17.- Aplicación instalada.....	73
Figura 3.18.- Contenido principal.....	74
Figura 3.19.- Contenido principal.....	74
Figura 3.2.- Arquitectura de desarrollo .....	53
Figura 3.20.- Código del Script Interacción de las Interfaces .....	76
Figura 3.20.- Reconocimiento de Texto .....	75
Figura 3.21.- Código con el cual se hace el Reconocimiento del Marcador .....	77
Figura 3.21.- Ruta de cada script.....	76
Figura 3.3. Diseño comunicativo.....	56
Figura 3.4.- Interfaz - Presentación .....	58
Figura 3.5.- Interfaz – Menú principal .....	59
Figura 3.6.- Interfaz – Sub menú de contenido .....	59
Figura 3.7.- Interfaz - Ayuda.....	60
Figura 3.8.- Diagrama caso de uso: Módulo principal .....	62
Figura 3.9.- Diagrama caso de uso: Módulo de Realidad Aumentada .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.- Datos de 3ro de Secundaria de “Col. Tec. Humanístico Eufrasio Ibáñez.” .....	4
Tabla 1.2.- Descripción de las Estrategias Metodológicas (Plan de Clases) .....	13
Tabla 2.1.- Actividades y Artefactos de la fase de iteraciones .....	18
Tabla 2.2.- Actividades y Artefactos de la fase de Despliegue. ....	20
Tabla 2.3.- Descripción del ciclo de desarrollo de Mobile D. ....	25
Tabla 3.1.- Datos de los paralelos que aran el uso de la aplicación .....	54
Tabla 3.2.- Roles y Tareas de usuario .....	61
Tabla 3.3.- Caso de Uso Instalar la Aplicación .....	63
Tabla 3.4.- Caso de Uso Ver Menú Principal.....	63
Tabla 3.5.- Caso de Uso Ver Menú Principal.....	64
Tabla 3.6.- Caso de Uso Iniciar la aplicación.....	64
Tabla 3.7.- Caso de Uso Reconocimiento de marcador .....	65
Tabla 3.8.- Caso de Uso Cambio de unidad .....	66
Tabla 3.9.- Caso de Uso Visualización del modelo 3D respecto al marcador escogido .....	66
Tabla 3.10.- Caso de Uso Ver características del modelo escogido.....	67
Tabla 4.1.- Relevancia de los factores de calidad y los aspectos del software educativo ....	80
Tabla 4.2.- Valores de ajuste, según (Pressman, 20022).....	81
Tabla 4.3.- Valores de complejidad.....	82
Tabla 4.4.- Valores de complejidad, según Pressman .....	82
Tabla 4.5.- Total entrada de Usuario .....	83
Tabla 4.6.- Total Peticiones de Usuario .....	83
Tabla 4.7.- Total Archivos Maestros .....	84
Tabla 4.8.- Total Interfaces externas .....	84
Tabla 4.9.- Factores de Ponderación .....	84
Tabla 4.10.- Factores de Eficiencia .....	86
Tabla 4.11.- Factores de Mantenibilidad.....	87
Tabla 4.12.- Factores de Transportabilidad.....	88
Tabla 4.13.- Resultado del aspecto de calidad.....	88
Tabla 4.14.- Niveles de calidad para software educativo .....	89
Tabla 4.15.- Nivel de Aceptabilidad de los valores de preferencia.....	89
Tabla 4.16.- Métricas para calidad del software educativo en el aspecto pedagógico .....	90
Tabla 5.1.- Productividad para el modelo Composición de Aplicación.....	94
Tabla 5.2.- Factores de escalamiento SF. ....	95
Tabla 5.3.- Factores de escalamiento SF. RESL, manejo de riesgos .....	96
Tabla 5.4.- Factores de escalamiento del exponente SF.....	97
Tabla 5.6.- Conversión de UFP a SLOC. ....	97



# **CAPÍTULO I**

## **MARCO CONCEPTUAL**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

De tiempo atrás hasta la actualidad que la Realidad Aumentada viene siendo una de las tecnologías emergentes con más popularidad e importante ya que poco a poco se está incorporando a diferentes ámbitos de la sociedad. Aunque en su origen ha tenido más impacto en las áreas de publicidad, marketing e investigación. En educación esta tecnología resulta principalmente valiosa. La información virtual puesta en relación con objetos o eventos del mundo real, proporciona nuevas formas de interactuar con el entorno, y ofrece un gran potencial educativo.

Cada vez son más los proyectos que toman protagonismo y surgen aplicando esta tecnología de realidad aumentada a campos y actividades como la geolocalización, el turismo, los museos, salud y por supuesto la educación a nivel mundial.

La Realidad Aumentada y su uso en los diferentes niveles y sistemas educativos pueden tener un impacto significativo en el desarrollo de aprendizaje del estudiante, además de ser un gran apoyo para los educadores, sin embargo en nuestro país aún no se le está dando la importancia que merece.

Como se mencionó anteriormente, la tecnología de realidad aumentada logra ofrecer contenido multimedia de forma dinámica y enriquecedora, característica que puede ser utilizada para la creación de una herramienta educativa innovadora que pueda mejorar la calidad de aprendizaje en los colegios a nivel nacional.

Es por esa razón que la aplicación que se plantea en el presente trabajo tiene como propósito la creación de una herramienta educativa accesible para los estudiantes de colegio del nivel secundario, utilizando la tecnología de realidad aumentada para que puedan adquirir y reforzar sus conocimientos en la materia de Biología específicamente el Aparato Circulatorio.

## 1.2 ANTECEDENTES

La educación de las personas en las escuelas, colegios y formación profesional, es uno de los principales pilares de desarrollo y progreso de un país.

Es por esta razón que en nuestro país recién se está trabajando en la implementación y aprovechamiento de las TIC's en el sector educativo, se puede ver en los siguientes puntos:

- Entrega de laptops de la empresa Nacional Quipus a estudiantes del sexto de secundaria en todos los colegios fiscales que comenzó el 31 de julio del 2014.
- Entrega de laptops a los profesores del sistema de educación regular en Bolivia por Resolución Ministerial 194/2011 el 21 de abril de 2011 por el Ministerio de Educación. El proyecto fue llamado: “Una computadora por Docente”. Además se realizaron capacitaciones a los profesores beneficiados sobre el uso de las laptops.
- Resolución Ministerial 1/2014 que prohíbe en uno de sus puntos el uso de celulares dentro del aula por parte de profesores y estudiantes. Pero si beneficia a la educación y enseñanza, se incorpora al laboratorio de la materia este dispositivo.
- Así también ya no es considerada Biología como una sola materia, si no, con la nueva curricula educativa, el área de Estudio es **Biogeografía** que es la unión de las materias de Biología y Geografía que se imparte en los niveles de secundaria.

### 1.2.1 ANTECEDENTES INSTITUCIONALES

Según Resolución ministerial del año 1972 el colegio “Tupak Katari” creado por el Sr. Juan Quenta, Cambia de nombre a “Colorados de Bolivia” en homenaje a la batalla del Alto de la Alianza, funcionando los ciclos pre-básico, básico e intermedio.

El Sr profesor Raúl Ibáñez, atendiendo las necesidades de la zona realiza trámites ante el Ministerio de Educación y por Resolución Ministerial del 25 de Abril de 1974 se produce el

desglose en escuela y colegio más el cambio de nombre por el de “Colegio Técnico Humanístico Eufrasio Ibáñez R.”

En los años siguientes el colegio creció en forma acelerada. A los dos años de trabajo tenía ya casi completo el ciclo medio. La falta de Biblioteca, laboratorios, un salón de actos, herramientas y otros constituyen los más imperiosos requerimientos de la institución que actualmente cuenta con más 1000 alumnos, más de 60 profesores y personal administrativo, trabajando en forma independiente y compartiendo los mismos ambientes lo cual obligo a separarse en dos turnos. En el turno mañana la escuela “Colorados de Bolivia” y en el turno tarde colegio técnico humanístico “Eufrasio Ibáñez R.” que consta con 739 estudiantes matriculados de primo a sexto de Secundaria, 26 cursos en toda secundaria, 56 Profesores y 5 administrativos. Promocionando a muchos jóvenes para que sigan su carrera profesional.

El curso de 3ro de Secundaria consta de 5 paralelos y 4 Profesores responsables en la materia de Biogeografía que son:

Paralelo	Profesor	Núm. de Estudiantes
<b>3ro A y 3ro B</b>	Prof. Aguilar.	30
<b>3ro C</b>	Prof. Oscar Chávez	32
<b>3ro D</b>	Prof. Surco	29
<b>3ro E</b>	Prof. Josefina Herrera	29

**Tabla 1.1.-** Datos de 3ro de Secundaria de “Col. Tec. Humanístico Eufrasio Ibáñez.”

**Fuente:** [Dirección de nivel secundario del establecimiento]

### 1.2.2 ANTECEDENTES DE PROYECTOS SIMILARES

En la actualidad, una gran cantidad de aplicaciones de realidad aumentada para proyectos educativos tienen un elevado costo, además de que la mayoría está en inglés y están pensadas para utilizarse en otros contextos culturales. Si bien existen bastantes libros y proyectos apoyados por tecnología de realidad aumentada, por ejemplo:

“**Jornada Aumentame 2014**” que permite ver el desarrollo de varios ámbitos entre ellos la salud para niños, jóvenes mediante avanzadas animaciones, son pocos los proyectos destinados específicamente al área de la salud, entre los cuales están:

- **AR-Books.**- Es una editorial de libros de realidad aumentada que une tecnología y tradición con el objetivo de **reinventar la forma de leer los libros**, complementando las ilustraciones y fotografías con una **experiencia tridimensional**.

De manera similar existen otros grupos y comunidades de educadores que hacen uso de la realidad aumentada en el aprendizaje.

En la carrera de Informática de la Universidad Mayor de San Andrés se pueden encontrar diversos proyectos y tesis de grado que se basan en resolver problemas educativos basados en Realidad Aumentada, y otros que se abocan al estudio de la tecnología en si, como su aplicación en diferentes campos de estudio. Entre éstas, mencionamos las siguientes:

- “Diseño de espacios interactivos tridimensionales a través de la internet, aplicando realidad virtual inmersiva” (Arteaga, 2008): Tesis de grado que está enfocado en la creación de un entorno 3D utilizando una conexión a un servidor web, que concluye en las limitantes técnicas que se tienen en la creación de estos entornos, por la falta de herramientas y contenido 3D de ese año.
- “Creación de una aplicación de Realidad Aumentada Web” (Choque, 2013): Tesis de grado que realiza la aplicación basada en realidad aumentada para la creación y apoyo didáctico de la revista del Centro de Investigaciones de Informática, concluyendo en la viabilidad de la aplicación de la realidad aumentada para artículos informativos.
- “Aplicación de la Realidad Aumentada (RA) como medio educativo para la “U.E Daniel Sánchez Bustamante” en el nivel secundario” (Quenta, 2013) Proyecto de Grado que implementa la Realidad Aumentada para el estudio de la Osteología para estudiantes de secundaria.

- “Entorno de Realidad Aumentada como apoyo al proceso Enseñanza-Aprendizaje” (Gutiérrez, 2014): Tesis de grado que realiza el estudio de la realidad aumentada para su aplicación en un entorno educativo, con ayuda de grupos de estudio, llegando a la conclusión de que se incrementaba la asimilación del tema cuando se aplicaba la RA.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El área educativa de la ciudad de La Paz presenta varios problemas que influyen en el fracaso escolar. Algunos de estos problemas están relacionados con los contenidos curriculares, la masificación de las aulas, la falta de recursos económicos para implementar nuevas Tic's y en otras ocasiones el desinterés de los profesores y alumnos.

Frente a estos problemas, cualquier herramienta tecnológica que logre mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, puede lograr, sin duda alguna marcar la diferencia.

#### **1.3.1 PROBLEMA CENTRAL**

**¿De qué manera podrá mejorar el aprendizaje de los estudiantes del 3ro de secundaria para el estudio del Aparato Circulatorio en el área de Biología?**

#### **1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS**

- El proceso de aprendizaje en el área de Biología del nivel secundario es muy importante para aquellos estudiantes que quieran seguir en el área de la salud y/o medicina. Y así poder tener buenos profesionales en el área de la medicina.
- Los estudiantes no toman con responsabilidad e importancia el aprendizaje de las materias en nivel secundario, y es por eso que existe un bajo rendimiento por parte de los jóvenes en los cursos preuniversitarios.
- Son pocos los libros de la materia de Biología que tienen contenido dinámico con ilustraciones, páginas innovadoras, problemas para resolver entre otros. Y por eso el estudio llega hacer tedioso, aburrido y de poco interés para el estudiante.

- El colegio técnico humanístico Eufrasio Ibáñez cuenta con aulas que no están siendo utilizadas, las cuales podrían servir como laboratorios, salas audiovisuales o bibliotecas virtuales y otros.
- No se toma en cuenta el uso de las Tic's en la enseñanza y aprendizaje en los colegios a nivel nacional. Es por eso no se logra ver los beneficios que se obtienen con el uso de estos, en los estudiantes.

## **1.4 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar una aplicación móvil basada en realidad aumentada, para mejorar el aprendizaje de los estudiantes del 3ro de secundaria en el estudio del Aparato Circulatorio en el área de Biología.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Renovar de una manera innovadora y tecnológica el estudio del aparato circulatorio del cuerpo humano para estudiantes del nivel secundario en el área de biología.
- ✓ Realizar evaluaciones de acuerdo a lo aprendido con el uso de la aplicación móvil. Y así ver el grado de aprendizaje en los estudiantes.
- ✓ Estudiar la funcionalidad y las partes que conforman el aparato circulatorio del cuerpo humano. De acuerdo textos de referencia que se imparten en el colegio.
- ✓ Aconsejar y brindarle información al director del establecimiento educativo para que se puedan utilizar de una mejor manera las aulas que se encuentran abandonadas para el uso de las Tic's y así brindar mejor educación a todos los estudiantes.
- ✓ Tomar en cuenta las normas de la Ley Educativa Avelino Siñani – Elizardo Pérez como punto de referencia en el área Biogeografía.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

### **1.5.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

En la actualidad el uso de nuevas tecnologías tiene un elevado costo económico en la educación, por lo tanto este trabajo representa un beneficio económico pues podrá ser distribuido gratuitamente.

Cuando la aplicación sea utilizada en el aula, no será necesario que cada estudiante cuente con un dispositivo propio, pueden utilizarse pocos dispositivos móviles para que los estudiantes realicen las actividades de aprendizaje en grupos según la cantidad de alumnos.

Se debe tomar en cuenta que mientras pasa el tiempo, más estudiantes cuentan con dispositivos móviles ya sean celulares o tablet's, que a diferencia de hace algunos años atrás eran considerados como objetos lujosos y que dichos dispositivos ya cuentan con muchas más funcionalidades. Por lo tanto estamos hablando de dispositivos accesibles económicamente.

### **1.5.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La juventud de hoy en día, tienden a formarse con malos hábitos de estudio y a su vez el grado de aprendizaje va disminuyendo de manera considerable ya que la mayor parte de los estudiantes utilizan sus dispositivos móviles en plena clase ingresando a las redes sociales, jugando aplicaciones, viendo videos y otras funcionalidades que tiene un dispositivo móvil.

Tomemos en cuenta que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las materias del nivel secundario son de vital importancia para los estudios profesionales que cada estudiante decida cursar ya sea en la Universidad, Institutos técnicos y hasta Institutos Militares que requiere no sólo del interés del estudiante, sino también de la dedicación del profesor. Por lo tanto también resultan beneficiados los educadores, al contar con material didáctico y

tecnológico que a su vez facilitará y apoyará al arduo proceso de aprendizaje de las materias del nivel secundario

Son por estas razones que es necesario innovar nuevas metodologías de enseñanza y mejor aún si estas metodologías cuentan con el apoyo de las Tic.'s, por tal motivo la presente aplicación tendrá la atención de no solo estudiantes sino también de profesores y toda la sociedad en común. Y así mejorara el nivel de entendimiento sobre el aparato circulatorio del cuerpo humano y otros temas.

### **1.5.3 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA**

El 52% de las personas busca experiencias de Realidad Aumentada en los procesos de información virtual, en pos de una mayor profundidad e interactividad. Un índice que tenderá a crecer en corto plazo, a partir de las facilidades que la tecnología ofrece a los usuarios en todo el mundo.

Según estudios realizados por la ATT (Autoridad de Telecomunicaciones y Transportes) que data del año 2013, se estima que en Bolivia existen 13 millones de celulares, mucho más que la población total; además dicho estudio hace una comparación con el año 2006 en el que solo 2 de cada 10 personas tenían un celular (La cantidad de teléfonos celulares supera población de Bolivia, 2013).

Es importante añadir que los dispositivos Android ocupa un 74,97% de dispositivos móviles en Bolivia (Mapa de Colonización Mobile Latinoamérica, 2013), por el bajo costo a comparación de los dispositivos Iphone's o Apple.

Para que la aplicación funcione, será necesario contar con un SmartPhone o una Tablet de gama media que tenga Sistema Operativo Android 2.3.2 (Gingerbread) o superior.

## 1.6 ALCANCES Y LIMITES

### 1.6.1 ALCANCES

La aplicación móvil servirá como una herramienta tecnológica, dinámica y a la vez pedagógica para el apoyo del proceso de enseñanza y aprendizaje del aparato circulatorio del cuerpo humano para el área de Biología. Los beneficios obtenidos de la misma dependerán también de la calidad de enseñanza del profesor a cargo y responsabilidad de los estudiantes.

La aplicación contará con modelos 3D sobre el funcionamiento y sus componentes del aparato circulatorio del cuerpo humano. Que serán visualizados en marcadores impresos en papel.

La aplicación será implementado en:

- Nivel: Educación Secundaria, Comunitaria educativa
- Año de Escolaridad: 3ro de Secundaria (Nueva ley educativa Avelino-Siñani)
- Campo: Vida, Tierra y Territorio
- Materia: Biogeografía.
  
- Área: Ciencias Naturales - Biología.
- Tema: “La circulación” o “Aparato circulatorio”.
- Paralelos y profesores:
  - 3ro C - Prof. Oscar Chávez
  - 3ro E – Prof. Josefina Herrera

### 1.6.2 LIMITES

La presente Aplicación Móvil de Realidad Aumentada se limita a los siguientes puntos:

- La aplicación no será desarrollada para reemplazar el contenido ni actividades del sistema curricular para el nivel secundario.
- La aplicación no requerirá ningún recurso web o conexión a internet para su uso.

- La aplicación solo podrá funcionar en dispositivos móviles de gama media o superior que necesariamente deberán contar con una cámara y un sistema operativo Android v.2.3.2 (Gingerbread) o superior.
- La aplicación solo se utilizara como herramienta de enseñanza. Y bajo el control del profesor a cargo del curso.
- La aplicación estará brindado para el área de Biogeografía pero solo será implementado en la materia de Biología que es parte de está. Y solo en el tema “Aparato Circulatorio” o “Circulación” no así en otros temas.
- Indirectamente los beneficios del aprendizaje no solo dependerá de la aplicación sino también al nivel de enseñanza que brinde el profesor y así también al grado de responsabilidad con lo que se usaran los marcadores y dispositivos móviles.

## **1.7 APORTES**

### **1.7.1 APORTE PRÁCTICO**

El aporte practico de esta aplicación es hacer conocer que la implementación de la tecnología de realidad aumentada para el apoyo dinámico en el aprendizaje del sistema educativo a nivel nacional servirá como referencia para que se puedan implementar las tic's en otras áreas de enseñanza y en diferentes cursos. Así también mejorara el nivel de educación de los estudiantes de secundario

### **1.7.2 APORTE TEÓRICO**

El aporte teórico que se pretende es mostrar una mejora en el aprendizaje de estudiantes de nivel secundario utilizando la realidad aumentada, adecuada a nuestro medio y que sirva de material didáctico para la enseñanza de la materia de Biología y así también hacer conocer que se puede implementar en otras áreas de enseñanza y a otros niveles.

Además los marcadores utilizados por la aplicación estarán basados en láminas educativas e imágenes de los textos utilizados.

Ambos elementos, ya sean los marcadores o la aplicación podrán servir de referencia para la creación de nuevas aplicaciones o materiales educativos destinados niños y jóvenes de distintas edades que se encuentran en etapa de aprendizaje.

## **1.8 METODOLOGÍA**

En esencia la metodología conserva los grandes pasos y etapas de un proceso sistemático para desarrollo de software (análisis, diseño, desarrollo, prueba y ajuste, implementación). Sin embargo, se da particular énfasis a los siguientes aspectos: la solidez del análisis, como punto de partida; el dominio de teorías sustantivas sobre el aprendizaje y la comunicación humana, como fundamento para el diseño de ambientes educativos computarizados (Galvis, 1992).

De esta manera se pretende la creación de la aplicación que será puesta en funcionamiento en una unidad educativa de la ciudad de El Alto.

Para el desarrollo de la aplicación se hará una reestructura de dos metodologías aplicadas al desarrollo de aplicaciones móviles y a la vez enfocado a la educación, es por esta razón que la Metodología MeISE (Ingeniería de Software Educativo), brindara que la aplicación se desarrolle dentro del concepto de material educativo computarizado (MEC) según esta metodología y fue seleccionada debido a que apunta a detectar en primer lugar, situaciones problemáticas, sus posibles causas y alternativas de solución en el ámbito educativo.

Por otra parte la Metodología Mobile D, lo cual muestra como objetivo, conseguir ciclos de desarrollo muy rápidos en equipos muy pequeños. Serán la base para el desarrollo de la aplicación móvil enfocado a la educación de jóvenes del nivel secundario.

## 1.9 ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS DE ENSEÑANZA EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA

Breve descripción de la metodología por parte de los profesores encargados del área de Biología. Para los laboratorios en el estudio del aparato circulatorio del cuerpo humano en 3ro de secundaria.

Estrategias Metodológicas	Momento y Descripción Metodológica	Técnica	Material de Apoyo	Criterios de Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo en grupos cooperativos</li> <li>Experimental por grupos cooperativos</li> </ul>	<p><b>PRACTICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de información sobre el tema.</li> <li>- Formación de grupos.</li> </ul> <p><b>TEORÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lectura subrayada.</li> <li>- Informe sobre laboratorio</li> <li>- Socialización sobre el trabajo grupal</li> </ul> <p><b>VALORACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexión sobre la importancia y la fisiología del aparato circulatorio.</li> </ul> <p><b>PRODUCTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe de laboratorio de la estructura del Corazón</li> </ul>	<p>Lectura individual</p> <p>Información de diferentes fuentes</p> <p>Observación</p>	<p>Corazón de res</p> <p>Bisturí</p> <p>Guantes</p> <p>Barbijo</p> <p>Carpeta de apuntes</p>	<p><b>SER:</b> Responsabilidad en el trabajo de laboratorio.</p> <p><b>SABER:</b> Sobre el aparato circulatorio Fisiología e higiene La estructura del corazón</p> <p><b>HACER:</b> Laboratorio Informe</p> <p><b>DECIDIR:</b> Reflexión sobre el informe del laboratorio tomando en cuenta las normas de convivencia escolar.</p>

**Tabla 1.2.-** Descripción de las Estrategias Metodológicas (Plan de Clases)

**Fuente:** [Dirección nivel secundario del establecimiento]



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## 2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realizara una descripción breve sobre los principios y conceptos básicos para la realización del proyecto, sin embargo no se puede dar una teoría completa acerca de las metodologías, técnicas y herramientas que se utilizaran para el desarrollo, por el contrario se trata de presentar una base para la fácil comprensión de la misma.

## 2.2 INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO

Ingeniería de Software Educativo es una rama de la ingeniería de software encargada de apoyar el desarrollo de las aplicaciones computacionales que tienen como fin implementar procesos de aprendizaje desde las instituciones educativas. Si lo que se pretende es lograr aplicaciones de software que califiquen como educativas, es necesario que dentro de la fase de análisis y diseño de las mismas se añadan aspectos didácticos y pedagógicos con el fin de poder garantizar el aprendizaje de los estudiantes en cualquier área de enseñanza y a toda edad.

También la ingeniería de software educativo ISE, como otra metodología consta de fases y etapas de desarrollo como se muestra en la figura 2.1.

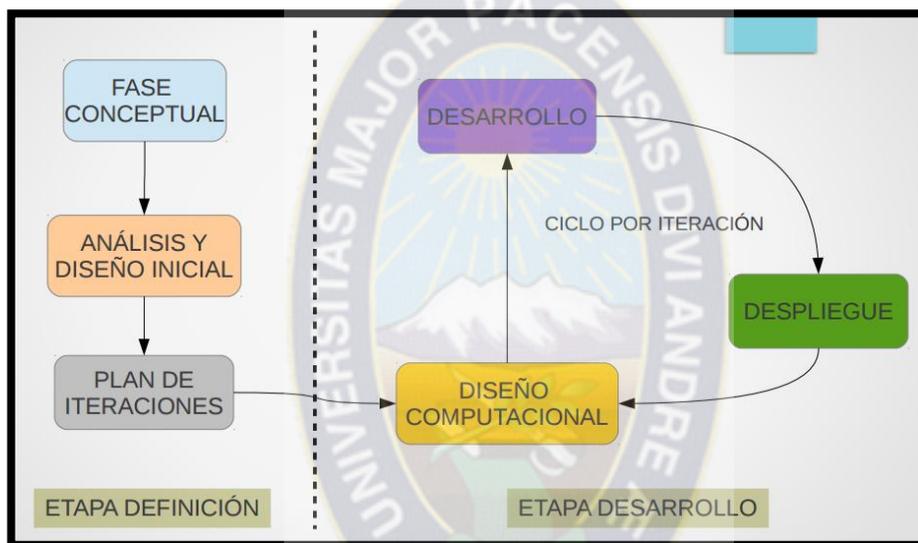


**Figura 2.1.** Desarrollo SE I (Ingeniería de Software Educativo)

**Fuente:** [S. Solé, 2013]

## 2.3 METODOLOGÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO Me ISE

En 1991, Galvis propone una metodología para la Ingeniería de Software Educativo que se asemeja mucho a la metodología que establece el modelo lineal secuencial. Esta metodología establece mecanismos de análisis, diseño educativo y comunicacional de validez comprobada. En esencia se da particular énfasis a los siguientes aspectos: la solidez del análisis, como punto de partida, el dominio de teorías sustantivas sobre el aprendizaje y la evaluación permanente como medio de perfeccionamiento continuo del material.



**Figura 2.2:** Metodología de Software Me ISE  
Fuente: [Solé, 2013]

### 2.3.1 ETAPA DE DEFINICIÓN

Es la primera etapa donde se define el concepto, se realiza el análisis de estudio y se realiza un plan de iteración antes del diseño computacional delimitando su alcance, consta de las siguientes fases.

#### 2.3.1.1 FASE CONCEPTUAL

Para el desarrollo de un proyecto de software concluya con éxito es de suma importancia realizar un análisis de los requerimientos de software. También se inicia con la investigación

sobre los requerimientos que se cubrirán con el producto a desarrollar, delimitando su alcance. Y esta metodología divide este análisis en dos tipos de análisis, para luego identificar la funcionalidad de software.

- **Análisis de necesidades educativas:** La incorporación de una MEC aun proceso de enseñanza – aprendizaje, no se debe ver como un simple “parece útil”. Un computador o dispositivos móviles son herramientas costosas y conviene que su utilización genere los máximos beneficios a la comunidad educativa.

El fin de este desarrollo es favorecer en primera, el análisis de que problemas o situaciones existen, sus causas y soluciones para luego determinar cuáles de estas son aplicables y puedan generar resultados

- **Análisis de alternativas de solución:** Dependiendo de las causas, algunos problemas o necesidades se pueden resolver tomando decisiones administrativas, sin embargo otras requerirán de mejoras en los medios y materiales de enseñanza convencionales, como son los materiales impresos, guías de estudio, así como los materiales y las guías de trabajo o de laboratorio.

Como fruto de esta etapa debe establecerse, para cada uno de los problemas encontrados, mediante qué estrategia y medios informáticos conviene realizar su solución.

### 2.3.1.2 ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL

Luego de realizar el análisis de las necesidades educativas, se comienza a realizar el diseño de acuerdo a los objetivos trazados anteriormente, el diseño se basara en dos puntos importantes enfocados a la comunicación entre software y usuario y al contenido educativo de la aplicación.

También a identificar requisitos funcionales y no funcionales para el software, establecer arquitectura del software, elaborar el diseño educativo y diseño de comunicación general.

- **Diseño educativo:** El diseño educativo debe resolver las interrogantes que se refieren al alcance, contenido y tratamiento que debe ser capaz de apoyar el MEC. A partir de las necesidades que se desean atender. Se deriva el objetivo terminal que deberá poder alcanzar quien lo estudie. (Galvis, 1992).
- **Diseño comunicativo:** La zona de Comunicación en la que se maneja la interacción entre usuario y programa se denomina interfaz. Para una buena especificación es importante determinar cómo se comunicara el usuario con el programa, estableciendo mediante que dispositivos y definiendo las interfaces y sus características (Galvis, 1992).

### 2.3.1.3 PLAN DE ITERACIONES.

Contemplada con dos actividades principales: Diseñar iteraciones de tal forma que las versiones de software cubran objetivos didácticos bien planeados, de acuerdo a la secuencia de temas a ser estudiados por los estudiantes.

Y priorizar iteraciones según dependencia de los conocimientos que cada tema pueda brindar al usuario.

En la tabla 2.1 se muestra los resultados de esta fase.

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Diseñar las iteraciones de forma que las versiones ejecutables cubran objetivos didácticos bien planeados, de acuerdo a la secuencia de temas	<u>Plan de iteraciones</u> (dividir el desarrollo en iteraciones, cuidando de que cada iteración cubre requisitos y objetivos educativos completos)
Priorizar las iteraciones, de modo que las que contienen conocimientos básicos que se requieren como base para aprendizajes posteriores se ejecuten primero	<u>Lista de iteraciones priorizadas</u> (ordenar las iteraciones programadas de forma lógica de acuerdo a los contenidos)

**Tabla 2.1:** Actividades y Artefactos de la fase de iteraciones.

**Fuente:** [Prado, 2009]

## **2.3.2 ETAPA DE DESARROLLO**

En esta etapa se da comienzo el desarrollo de la estructura básica y la lógica para la construcción de la aplicación, sin esta etapa no se podría concluir con los objetivos propuestos, consta de tres fases:

### **2.3.2.1 DISEÑO COMPUTACIONAL**

La estructura lógica que comandará la interacción entre usuario y programa deberá permitir el cumplimiento de cada una de las funciones de apoyo definidas para el MEC. La estructura lógica será la base para formular el programa principal y cada uno de los procedimientos que se requiera. Esto permite que el desarrollo, y posteriormente la evaluación, tenga un referente concreto al cual recurrir cada vez que lo necesite (Galvez, 1992).

Con cuatro actividades:

- *Realizar el plan de trabajo de la iteración.* Plan de trabajo (se determinan las tareas que se realizan en el diseño del software).
- *Elaborar el diseño computacional.* Modelos de diseño (detallar el diseño a través de diagramas de clases y secuencia, incluir la descripción de clases y métodos; para los desarrollos que requieren base de datos).
- *Refinar el diseño de navegación.* Modelo de navegación refinado (diseñar los caminos de navegación específicos para la iteración en desarrollo).
- *Refinar el prototipo de Interfaz.* Modelo de interfaz usuario (desarrollar las pantallas específicas para los elementos de iteración en desarrollo).

### **2.3.2.2 DESARROLLO**

Desde la fase de análisis, cuando se formuló el plan para efectuar el desarrollo, debió haberse asignado los recursos humanos, temporales y computacionales necesarios para todas las demás fases. Tomando en cuenta esto, una vez que se dispone de un diseño debidamente documentado es posible llevar a cabo su implementación (desarrollarlo) en el tipo de

dispositivo, usando herramientas de trabajo que permitan cumplir con las metas en términos de tiempo y de calidad del MEC (Galvis, 1992).

También contempla las siguientes actividades:

- *Desarrollar los componentes.* Modelo de desarrollo (determinar los componentes a desarrollar y documentarlos)
- *Probar los componentes.* Modelo de pruebas unitarias (realizar pruebas de los componentes contra los criterios previamente establecidos)
- *Integrar al desarrollo previo.* Modelo de integración (establecer un plan para incorporar el nuevo desarrollo a la liberación previa si es el caso)
- *Realizar pruebas de integración.* Pruebas de integración (realizar pruebas para verificar que la incorporación del nuevo incremento no ha inducido fallas al sistema)

### 2.3.2.3 DESPLIEGUE

Es la última etapa de desarrollo, se considera cuando ya se terminó con el análisis, diseño y desarrollo de la misma para luego ser entregada al usuario con todas las características requeridas durante el proceso de entrevistas, se evalúa las características de calidad y satisfacción de los usuarios para luego considerar si se realiza un incremento al producto ya sea a corto, mediano o largo plazo.

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Entregar producto al usuario	- Producto - Manual de Usuario - Manual de Instalación
Evaluar las características de calidad y satisfacción de los usuarios	- Aceptación del usuario
Evaluar la conveniencia de continuar con otro incremento al producto	- Evaluación de despliegue

**Tabla 2.2:** Actividades y Artefactos de la fase de Despliegue.

**Fuente:** [Prado, 2009]

Si en esta etapa las evaluaciones fueron satisfactorias se habrá concluido que la metodología fue implementada correctamente, y la aplicación cumple con los objetivos definidos.

## **2.4 INGENIERÍA MÓVIL**

Ingeniería aplicada a proyectos móviles, Pda's, celulares, tablet PC, RFID. Tecnología inalámbrica, redes de área amplia. Piezas de software para integración de sistemas, Inteligencia de Negocios.

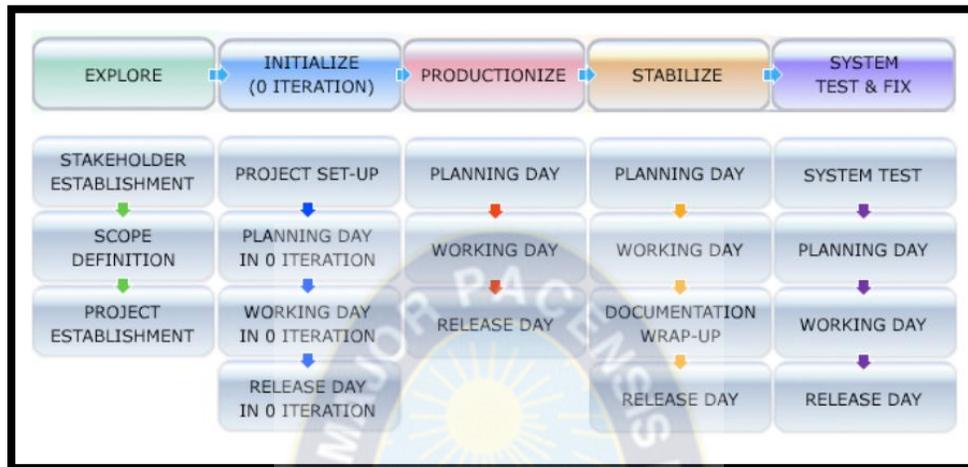
## **2.5 METODOLOGÍA MOBILE D**

Muchos creen que Mobile-D es una creación un tanto antigua, ya que se desarrolló como parte de un proyecto finlandés, ICAROS, allá por 2004. Sin embargo, se puede decir que vale la pena mencionarlo por dos razones.

- Primera: fue creado mediante un proyecto de cooperación muy estrecha con la industria. El grueso del trabajo fue realizado por los investigadores del VTT. Aun así la metodología de diseño se elaboró con una participación importante de las empresas de TI finlandesas. Tal como se puede ver en los experimentos que se han documentado, esto consiguió que la investigación llevada a cabo no se alejara demasiado de las reglas de desarrollo de las aplicaciones comerciales
- Segundo, Mobile-D es una mezcla de muchas técnicas. Tal como se verá luego, los investigadores no dudaron en echar mano de las prácticas habituales de desarrollo software. Pero, al mismo tiempo, consiguieron crear una contribución original para el nuevo escenario del desarrollo de aplicaciones para sistemas móviles. Se Cree que este ejemplo ilustra perfectamente cómo se pueden usar conjuntamente diferentes metodologías y técnicas en el contexto del desarrollo ágil.

El objetivo de este método es conseguir ciclos de desarrollo muy rápidos en equipos muy pequeños. Fue creado en un proyecto finlandés en 2005, pero sigue estando vigente. Basado en metodologías conocidas pero aplicadas de forma estricta como: extreme programming, Crystal Methodologies y Rational Unified Process.

Se compone de distintas fases: exploración, inicialización, fase de producto, fase de estabilización y la fase de pruebas. Cada una tiene un día de planificación y otro de entrega.



**Figura 2.3:** Ciclo de Desarrollo Mobile D

**Fuente:** [Amaya, 2013]

### 2.5.1 EXPLORACIÓN

Se centra la atención en la planificación y a los conceptos básicos del proyecto. Aquí es donde hacemos una definición del alcance del proyecto y su establecimiento con las funcionalidades donde queremos llegar.

Esto se realiza en tres etapas: establecimiento actores, definición del alcance y el establecimiento de proyectos. Las tareas asociadas a esta fase incluyen el establecimiento del cliente (los clientes que toman parte activa en el proceso de desarrollo), la planificación inicial del proyecto y los requisitos de recogida, y el establecimiento de procesos.

### 2.5.2 INICIALIZACIÓN

Configuramos el proyecto identificando y preparando todos los recursos necesarios como hemos comentado anteriormente en esta fase la dedicaremos un día a la planificación y el resto al trabajo y publicación.

Se preparan los planes para las siguientes fases y se establece el entorno técnico como los recursos físicos, tecnológicos y de comunicaciones (incluyendo el entrenamiento del equipo de desarrollo). Esta fase se divide en cuatro etapas: la puesta en marcha del proyecto, la planificación inicial, el día de prueba y día de salida.

### **2.5.3 PRODUCCIÓN**

Se repiten iterativamente las sub fases. Se usa el desarrollo dirigido por pruebas (TDD), antes de iniciar el desarrollo de una funcionalidad debe existir una prueba que verifique su funcionamiento. En esta fase podemos decir que se lleva a acabo toda la implementación.

Se repite también la programación de tres días (planificación, trabajo, liberación) se repite iterativamente hasta implementar todas las funcionalidades.

- Primero se planifica la iteración de trabajo en términos de requisitos y tareas a realizar.
- Se preparan las pruebas de la iteración de antemano. Las tareas se llevarán a cabo durante el día de trabajo, desarrollando e integrando el código con los repositorios existentes.
- Durante el último día se lleva a cabo la integración del sistema (en caso de que estuvieran trabajando varios equipos de forma independiente) seguida de las pruebas de aceptación.

### **2.5.4 ESTABILIZACIÓN**

En la que se realizan las acciones de integración para enganchar los posibles módulos separados en una única aplicación.

También se llevan a cabo las últimas acciones para asegurar que el sistema completo funciona correctamente. Esta será la fase más importante en los proyecto multi-equipo con diferentes

subsistemas desarrollados por equipos distintos. En esta fase, los desarrolladores realizarán tareas similares a las que debían desplegar en la fase de “producción”, aunque en este caso todo el esfuerzo se dirige a la integración del sistema. Adicionalmente se puede considerar en esta fase la producción de documentación.

### 2.5.5 PRUEBAS

Una vez parado totalmente el desarrollo se pasa una fase de testeo hasta llegar a una versión estable según lo establecido en las primeras fases por el cliente. Si es necesario se reparan los errores, pero no se desarrolla nada nuevo.

Una vez acabada todas las fases deberíamos tener una aplicación publicable y entregable al cliente y se eliminan todos los defectos encontrados.

Finalmente podemos decir que la metodología Mobile D es una metodología cuyo enfoque y características la hacen especialmente apta para el mercado de dispositivos móviles, donde los requerimientos cambian constantemente y el software se requiere en el momento justo. Al centrarse en grupos de trabajo pequeño y debido a su rápida velocidad de desarrollo, los costos de producción se reducen y lo hace accesible a empresas de menores recursos dada su baja necesidad de personal.

En conclusión se presenta la tabla 2.1 con las etapas de la metodología Mobile D

FASES	ETAPAS DE CADA FASE	PRODUCTO (Salida)
<b>EXPLORACIÓN</b>	I. Establecimiento de los Stakeholder <sup>1</sup>	Establecer entidades que serán afectador con la implementación del proyecto.
	II. Definición del alcance del proyecto	Definir alcances del proyecto
	III. Establecimiento general del proyecto	Establecer requerimientos iniciales y alcances funcionales del proyecto en general

<sup>1</sup> Stakeholder, hace referencia a quienes pueden afectar o ser afectados por las actividades de la empresa

<b>INICIALIZACIÓN</b>	I.	Configuración del proyecto	Establecer recursos que serán primordiales para el desarrollo del proyecto
	II.	Planificación inicial	Preparación de planes para las siguientes fases.
	III.	Día de prueba	Establecer el entorno técnico tecnológico y de comunicaciones.
	IV.	Día de salida	Evaluación de los resultados obtenidos.
<b>PRODUCCIÓN</b>	I.	Planificación	Establecer iterativamente requisitos y tareas concretas por cumplir
	II.	Trabajo	Producir código y subir a repositorios diseñados para la iteración y unificación del mismo
	III.	Liberación	Integración y composición del sistema. Realizar pruebas adecuadas y ajustadas para su verificación
<b>ESTABILIZACIÓN</b>	I.	Estabilización	Unificar e integrar resultados obtenidos hasta esta fase para cumplir con los requisitos establecidos. Documentar el avance del proyecto.
<b>PRUEBAS</b>	I.	Pruebas	Realizar pruebas a base de los requisitos del usuario
	II.	Reparación	Corregir las falencias encontradas en las pruebas.

**Tabla 2.3:** Descripción del ciclo de desarrollo de Mobile D.

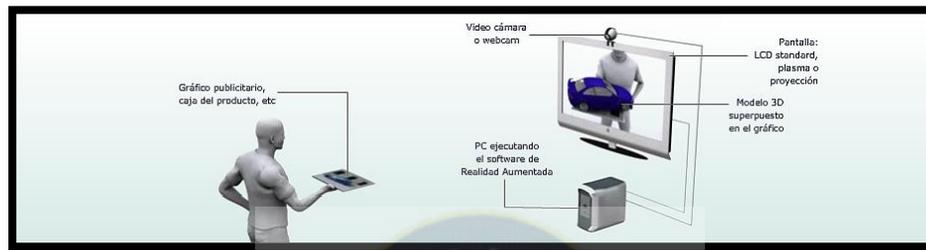
**Fuente:** [Blanco & Camarero & Fumero & Werterski & Rodríguez, 2009]

## 2.6 REALIDAD AUMENTADA (RA)

La realidad aumentada es una tecnología que mezcla la realidad y a esta le añade lo virtual, esto suena a realidad virtual pero en realidad no lo es, la diferencia es que la realidad virtual se aísla de lo real y es netamente virtual.

Entonces se puede definir la realidad aumentada como el entorno real mezclado con lo virtual la realidad aumentada puede ser usada en varios dispositivos desde computadores hasta dispositivos móviles, HTC android e Iphone los dispositivos que ya están implementando esta tecnología.

Gracias a esta tecnología se puede añadir información visual a la realidad, y crear todo tipo de experiencias interactivas: Catálogos de productos en 3D, probadores de ropa virtual, video juegos y mucho más.



**Figura 2.4.-** Estructura del manejo de la R.A

**Fuente:** [Blog de noticias, 2013]

Existen varias definiciones de realidad aumentada, pero una de las más conocidas es la de Robert Azuma (1997). Según él, la Realidad Aumentada (RA) es una variación de los Entornos Virtuales o Realidad virtual (RV), como es más comúnmente llamada. Las tecnologías de Realidad Virtual sumergen completamente al usuario dentro de un entorno sintético. Mientras esté sumergido, el usuario no puede ver el mundo real que le rodea. Por el contrario, la RA permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales superpuestos sobre o mezclados con el mundo real. Por lo tanto, la RA complementa la realidad, en lugar de sustituirla por completo.

Para Azuma (1997), un sistema de realidad aumentada debe cumplir las siguientes características:

- **Combina el mundo real y el virtual:** El sistema incorpora información digital a las imágenes percibidas del mundo real.
- **Interactivo y en tiempo real:** Por ejemplo, los efectos especiales de películas que integran gráficos por computador, no son de considerar como realidad aumentada porque no son calculadas de forma interactiva.
- **Alineación 3D:** La información del mundo virtual debe ser tridimensional y estar correctamente alineada con la imagen del mundo real.

Lo que está claro es que la Realidad Aumentada es muy diferente a la realidad virtual y esto es bien aceptado gracias a la taxonomía de la Realidad Mixta de Milgram y Kishino (1994), a la que llamaron “*virtuality continuum*” (continuidad de la virtualidad).

### 2.6.1 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

Principalmente se necesitan cuatro pasos para poder llevar a cabo el proceso de aumento (López, 2010):

- **Captación de Escena.-** Es la captura de la imagen o escena. Es importante contar con un mecanismo que permita recoger la escena para que pueda ser posteriormente procesada. Inevitablemente debemos hablar de dispositivos de captura como ser cámaras.
- **Identificación de Escena.-** Luego de capturar la escena de mundo real, se procede con la identificación. Consiste en determinar qué escenario físico es el que el usuario quiere que sea aumentado con información digital. Según Gonzales (2011) los pasos para esta etapa son:
  - o **Procesamiento**
  - o **Segmentación**
  - o **Representación y descripción**
  - o **Reconocimiento e interpretación**

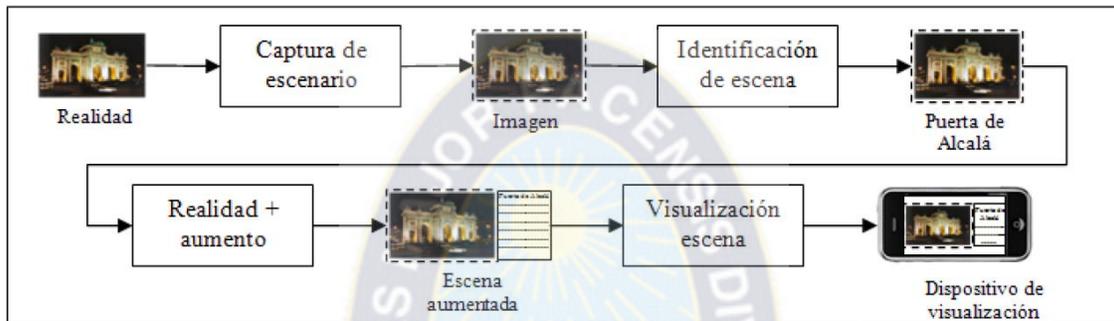
En esta etapa también es importante tomar los siguientes puntos:

- **Mezclado de Realidad y Aumento.-** Una vez que los escenarios ya estén identificados, lo siguiente es sobreponer la capa que contendrá la información digital que se quiere aumentar sobre la escena real capturada. Sin embargo se pueden distinguir entre dos tipos básicos de información 2D y 3D.

Para que los modelos 3D se puedan adaptar al escenario identificado, se puede utilizar la técnica de proyección de perspectiva. Esta técnica consiste en simular la forma en el que el ojo humano recibe la información visual por medio de la luz y como se genera la sensación 3D.

- **Visualización y Renderizado.**- En esta última etapa se visualiza y renderiza<sup>2</sup> la escena real con la capa superpuesta de aumento. Sin esta etapa, la realidad aumentada no tendría razón de ser.

Estos cuatro pasos se observan en el esquema de la Figura 2.5, en la que se parte de la realidad y mediante los siguientes procesos se logra realizar el aumento de la realidad en un dispositivo.



**Figura 2.5.** Esquema del funcionamiento de la Realidad Aumentada

**Fuente:** [López, 2010]

## 2.6.2 MARCADORES Y RECONOCIMIENTO

En los sistemas de Realidad Aumentada, un marcador es un objeto cuya imagen es conocida por el sistema (Tateno, Kitahara y Ohta 2007).

Tateno, Kitahara, 2007 propone diferenciar dos conjuntos de técnicas de reconocimiento de imágenes, que son:

- Reconocimiento automático de escenarios mediante técnicas de visión artificial.
- Reconocimiento por marcadores conocidos por el sistema.

<sup>2</sup> Término utilizado para referirse al proceso de generar una imagen mediante el cálculo de iluminación partiendo de una imagen en 3D.



**Figura 2.6.-** RA basada en reconocimiento de Marcadores

**Fuente:** [Formación online RA, 2014]

### **2.6.3 OPENGL Y OPENGL ES**

La forma de entender la generación de imágenes u objetos en 3D, primeramente debemos hablar de la tecnología OpenGL y OpenGL ES.

OpenGL es una especificación estándar que define una API<sup>3</sup> multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que produzcan y consuman gráficos en 2D y 3D. Esta interfaz dispone de más de 250 funciones definidas.

El funcionamiento básico consiste en aceptar primitivas como puntos, líneas y polígonos y convertirlas en píxeles.

Para los dispositivos móviles existe la variante denominada OpenGL ES (OpenGL for Embedded Systems) que es una simplificación de OpenGL para dispositivos móviles y terminan empotrados, esta tecnología ha tenido altísima aceptación en los fabricantes de teléfonos móviles, siendo utilizada por líderes del mercado

### **2.6.4 SOFTWARE PARA LA REALIDAD AUMENTADA**

Para llevar a cabo el desarrollo de aplicaciones móviles de Realidad Aumentada, uno de los puntos clave es contar con un software adecuado para desarrollarlo. Son varias las

---

<sup>3</sup> Application Programming Interface (interfaz de desarrollo de aplicaciones)

herramientas que nos pueden ayudar a desarrollar aplicaciones móviles de estas características.

- **Metaio:** Es la herramienta de RA más utilizada en el desarrollo de aplicaciones móviles de realidad aumentada a nivel mundial. Cuenta con una cantidad enorme de herramientas para el desarrollo de RA. Está orientada especialmente a cuatro sectores: RA en impresión, marketing, industria y automoción. Destaca por su dilatada experiencia, de más de diez años, con grandes marcas como Mitsubishi, Lego, Audi o Ikea.
- **Layar:** A pesar de que no es una de las más potentes ni de las que más opciones ofrecen al desarrollador de aplicaciones móviles de Realidad Aumentada, sí que es de las más sencillas de utilizar. Su sencillez y facilidad de uso han logrado convertirla en una de las herramientas de desarrollo más conocidas. De hecho, con Layar han trabajado marcas como Ford, Reebok o Lonely Planet. Se centra sobre todo en la realidad aumentada a partir de proyectos impresos como revistas, carteles publicitarios o libros de texto, aunque aplicándolo a una cantidad asombrosa de sectores (desde publicidad hasta la educación).
- **Vuforia:** La plataforma que cuenta con el apoyo de Qualcomm<sup>4</sup> es una herramienta muy buena para desarrollar aplicaciones con cualquier tipo de experiencia de Realidad Aumentada sin importar el dispositivo o soporte en el que será ejecutada. Por ejemplo, permite perfectamente desarrollar aplicaciones móviles de realidad aumentada para iOS y para Android que utilicen Realidad Aumentada.
- **Total Immersion:** Esta es una de las plataformas más potentes del mercado. Además cuenta con herramientas de todo tipo para creación de experiencias en varias plataformas: Android, iOS, etc. Desde visualización de muebles, pruebas de prendas

---

<sup>4</sup> Qualcomm, empresa que desarrolla chipsets para tecnología móvil CDMA y W-CDMA

o realidad aumentada aplicada a las ventas y a marketing son algunos de los puntos fuertes de Total Immersion.

- **ARTool Kit:** Es la versión de software libre para el desarrollo de aplicaciones móviles de Realidad Aumentada. Su mayor ventaja es que es una herramienta gratuita, a diferencia de las mencionadas anteriormente.

### 2.6.5 VUFORIA SDK

Vuforia es un SDK que permite construir aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada; una aplicación desarrollada con Vuforia utiliza la pantalla del dispositivo como un "lente mágico" en donde se entrelazan elementos del mundo real con elementos virtuales (como letras, imágenes, etc.). Al igual que con Wikitude, la cámara muestra a través de la pantalla del dispositivo, vistas del mundo real, combinados con objetos virtuales como: modelos, bloque de textos, imágenes, etc.



**Figura 2.7.- SDK Vuforia**

**Fuente:** [Página oficial Vuforia, TM]

#### ***¿QUÉ OFRECE VUFORIA?***

Una aplicación desarrollada con Vuforia ofrece la siguiente experiencia:

- Reconocimiento de Texto.
- Reconocimiento de Imágenes.
- Rastreo robusto. (el Target fijado no se perderá tan fácilmente incluso cuando el dispositivo se mueva).
- Detección Rápida de los Targets.

- Detección y rastreo simultáneo de Targets.

### 2.6.5.1 ARQUITECTURA DE VUFORIA

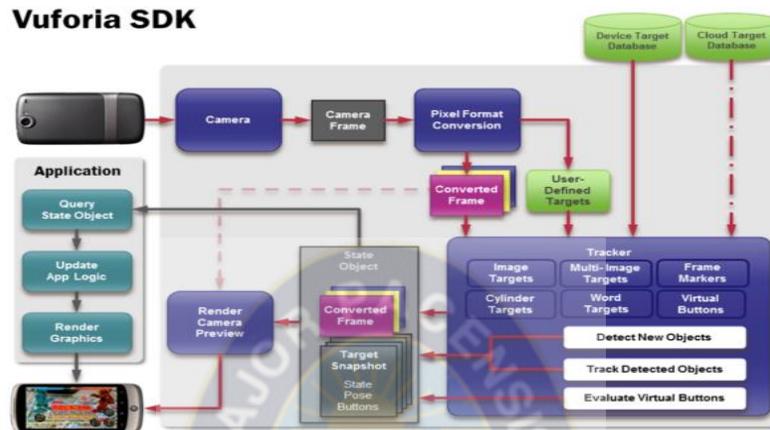
Una aplicación en Realidad Aumentada desarrollada con Vuforia está compuesta de los siguientes elementos cada uno de ellos importantes para el desarrollo:

- **Cámara:** La cámara asegura que la imagen sea captada y procesada por el Tracker.
- **Base de datos:** La base de datos del dispositivo es creada utilizando el Target Manage; ya sea la base de datos local o la base de datos en la nube, almacena una colección de Targets para ser reconocidos por el Tracker.
- **Target:** Son utilizadas por el rastreador (Tracker) para reconocer un objeto del mundo real; los Targets pueden ser de diferentes tipos; entre los principales tenemos:
  - *Image Targets:* Imágenes; tales como: fotos, páginas de revistas, cubierta de libros, poster, tarjetas, etc.
  - *Word Targets:* Elementos textuales que representen palabras simples o compuestas: Libros, revistas, etc.Hay dos modos de reconocimiento posible: la palabra entera o por caracteres.
  - Existen muchas otras como ser los mismos FrameMarker de Vuforia que se encuentra en los prefabs<sup>5</sup>.
- **Tracker:** Analiza la imagen de la cámara y detecta objetos del mundo real a través de los frame de la cámara con el fin de encontrar coincidencias en la base de datos.

---

<sup>5</sup> Prefabs, actúa como plantilla dando opción a crear nuevas instancias del objeto en la escena.

La Arquitectura de Vuforia la podemos ver en detalle en la figura 2.8 presentada a continuación:



**Figura 2.8.-** Diagrama de flujo de datos del SDK Vuforia.  
**Fuente:** [Página oficial de Vuforia SDK, 2008]

- El dispositivo capta una escena (un video en vivo) tomada a través de la cámara.
- La SDK de Vuforia crea un frame (una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes) de la escena capturada y convierte la imagen capturada por la cámara, a una diferente resolución para ser correctamente tratada por el Tracker.
- Vuforia SDK analiza la imagen a través del Tracker y busca coincidencias en la base de datos, la cual está compuesta por Targets.
- Luego la aplicación hace "algo"; este "algo" es renderizar algún contenido virtual (imágenes, videos, modelos, etc.) en la pantalla del dispositivo, y así crear una realidad mixta con elementos virtuales combinados con los elementos reales, o lo que se conoce como Realidad Aumentada.

### 2.6.6 EDITOR UNITY 3D

Unity 3D es una de las plataformas para desarrollar videojuegos más completas que existen. Permite la creación de juegos para múltiples plataformas a partir de un único desarrollo, incluyendo el desarrollo de juegos para consola (PlayStation, Xbox y Wii),

escritorio (Linux, PC y Mac), navegador, móviles y tabletas (iOS, Android, Windows Phone y BlackBerry).

Es posiblemente la tecnología de mayor crecimiento en estos momentos, en especial con la reciente actualización que facilita el desarrollo de juegos 2D.

Su principal limitación es el precio de su licencia completa, que puede alcanzar y superar los 4.500 \$ por una licencia completa para una sola persona. Analicemos los motivos de este hecho, las características de este entorno, sus limitaciones y su estado actual.



**Figura 2.9.-** Logo oficial del editor Unity 3D

**Fuente:** [Página oficial Vuforia, TM]

#### **2.6.6.1 ENTORNO DE UNITY 3D**

El editor de Unity 3D es uno de los más sencillos y potentes del mercado. Se divide en 5 vistas principales:

- 1. Explorador:** Lista todos los elementos (o activos) de tus proyectos. Permite ordenar de forma sencilla tu aplicación. En esta vista se encuentran tus imágenes, escenas, scripts, audios, prefabs, texturas, atlas y todos los elementos que usarás o podrás usar en tu juego o aplicación.
- 2. Inspector:** Muestra y define las propiedades de los elementos de tu proyecto. Modifica valores de forma rápida, cambia texturas arrastrando ficheros desde el Explorador, añade scripts, guarda prefabs,
- 3. Jerarquía:** Lista jerárquica de los elementos de tu escena.

4. **Escena:** Diseño y maqueta de tu juego completo o una pantalla o sección de éste. Cada escena representa un nivel o sección diferente del juego (portada, nivel 1, nivel 2, login,). Simplemente arrastra tus activos desde el Explorador y edita sus variables desde el Inspector.
5. **Juego:** Visualiza tu juego a distintas resoluciones. Es una vista WYSIWYG de tu juego.

#### 2.6.6.2 DESARROLLOS 3D Y 2D

Inicialmente Unity era un entorno de desarrollo de juegos 3D. Se podían desarrollar entornos y juegos 2D ajustando los parámetros de tu juego para simular 2D (cámara ortográfica, texturas planas, etc), pero al ser un entorno estrictamente 3D algunos desarrolladores optaban por otras plataformas, como Cocos2D, a priori mejor adaptadas a 2D.

Con sus últimas actualizaciones Unity 3D simplifica este proceso permitiendo desarrollos 2D de forma mucho más sencilla, incluyendo nuevos objetos y efectos para facilitar el desarrollo y el rendimiento de tu juego, como texturas 2D, efectos de física 2D o tipos de cámara específicos. Existen muchos ejemplos de juegos 3D desarrollados por Unity 3D.

Actualmente más de 500 millones de usuarios juegan a juegos desarrollados con Unity 3D. De hecho la mayoría de los mejores juegos para Android y iOS 3D están hechos en Unity 3D, incluyendo Deux Ex: The Fall, por ejemplo.

En 2D el porcentaje es mucho menor, siendo Cocos 2D todavía el motor más usado hasta la fecha, principalmente porque Unity 3D no había sido hasta ahora una opción robusta para el desarrollo de juegos 2D, pero también por el precio, que es la principal barrera de Unity. Sin embargo algunas empresas como Rovio ya usan Unity 3D como motor 2D, habiendo desarrollado juegos de éxito como Bad Piggies.

## 2.7 DISEÑO DE OBJETOS 3D

Diseñar y mostrar objetos 3D que logren adaptarse al mundo real mediante realidad aumentada, es una de las características más importantes y atractivas de esta tecnología pues logra crear una experiencia más dinámica e interesante para el usuario.

### 2.7.1 MODELADO, ANIMACIÓN E ILUMINACIÓN

El modelado consiste en ir dando forma a los objetos, partiendo de figuras primitivas. Existen diversos tipos de geometría para modelar y varias técnicas que pueden ser usadas dependiendo del software utilizado.

Luego de la creación del modelado, es necesario incorporar iluminación de diversos tipos como ser: puntuales, direccionales en área o volumen. La mayor parte de características para iluminación en 3D requiere del entendimiento de físico de la luz.

En el proceso de creación del contenido 3D, la animación es un punto importante. Los modelos 3D pueden animarse mediante técnicas como por ejemplo:

- **Transformaciones básicas:** en los tres ejes (x, y, z) rotación, escalamiento y traslación de los objetos.
- **Armatures (esqueletos):** Es posible crear esqueletos para los modelos 3D, una estructura central con la capacidad de afectar la forma y movimiento del objeto.
- **Dinámicas:** Para simulaciones de ropa, pelo y características físicas.

La animación intenta imitar a la realidad misma; por ello es un trabajo que requiere horas de trabajo debido al detalle y la complejidad del mismo (Roosendaal y Selleri, 2005).

### 2.7.2 BLENDER

Es un software multiplataforma, potente, liviano y completamente libre, dedicado a la creación de contenido 3D, que permite el modelado, iluminación, renderizado, animación y la creación de juegos (Roosendaal y Selleri, 2005). Es un programa bastante completo, pero

con una gran curva de aprendizaje. Blender compite sin problemas contra otros programas de pago, como Autodesk 3DS Max, Autodesk Maya y otros.

Desde un inicio se quiso que Blender fuera gratuito y al alcance de todos los usuarios. Sin embargo debido a ciertos problemas financieros no se pudo continuar con el desarrollo del mismo.

Para mantener con vida a Blender se creó la Fundación Blender (Blender Foundation) con el objetivo de encontrar una manera de continuar el desarrollo y la promoción de Blender como un proyecto de código abierto basado en la comunidad de usuarios, logrando liberar el código fuente de Blender el año 2002 bajo los términos de licencia pública general (GPL)<sup>6</sup> de GNU<sup>7</sup>. Actualmente es compatible con todas las versiones de Windows, OS X y GNU/Linux (Página oficial de Blender, s.f.).



**Figura 2.10.-** Interfaz dinámica y entendible de Blender

**Fuente:** [Página Oficial de Blender, sf]

### 2.7.3 TECNOLOGÍAS MÓVILES

Hoy en día la cantidad de plataformas móviles ha ido creciendo notablemente y mayor parte se aproximan a los sistemas operativos tradicionales que a simples interfaces de acceso a los recursos de los dispositivos móviles

### 2.7.3.1 DISPOSITIVOS MÓVILES

- **SMARTPHONE** (Teléfono Inteligente)

Teléfono móvil con mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades con mayor conectividad que un teléfono móvil convencional. El término “inteligente”, se utiliza con fines comerciales y hace referencia a la capacidad de usarse como un computador de bolsillo.

En general, los teléfonos con pantallas táctiles menores e iguales a 6 pulgadas son incluidos en este grupo. Sus características son la función multitarea, acceso a internet, funciones multimedia (cámara, reproductor de sonidos y video).

- **ANDROID**

Es un Sistema Operativo Móvil basado en el núcleo Linux diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes o tablets. Posteriormente se expandió a otros dispositivos como relojes inteligentes, televisores y automóviles. En un principio fue desarrollado por Android Inc., empresa que Google apoyó económicamente y compró en julio del año 2005.

Android fue presentado oficialmente el 2007 por la Open Handset Alliance (OHA), un consorcio de compañías de hardware, software y telecomunicaciones, entre ellas Texas Instruments, Samsung, Intel, LG, Motorola, T-Mobile y otras; para avanzar en los estándares abiertos de los dispositivos móviles (Catalán, 2011).

En la actualidad es un sistema operativo abierto y disponible para cualquier fabricante interesado en utilizarlo para sus dispositivos móviles. Esta disponibilidad ha creado sin embargo mucha fragmentación, pudiéndose encontrar innumerables dispositivos con cientos de formas diferentes y funcionalidades con todas las versiones de Android existentes.

## **2.8 MOTIVACIÓN DE APRENDIZAJE**

La motivación se define principalmente como algo que energiza y dirige la conducta (Hernández y Gastón, 1991), constituye por lo tanto el motor de partida de cualquier aprendizaje.

Por ese motivo es tan importante que la fase de iniciación a la lectura sea una experiencia positiva y, sobre todo, que despierte la motivación de los niños y niñas por el conocimiento.

La palabra Motivación deriva del verbo latino “movere”, que significa “moverse”, “ponerse en movimiento”. Cuando un estudiante quiere aprender algo, lo logra con mayor facilidad que cuando permanece indiferente al aprendizaje.

En el aprendizaje, la motivación depende inicialmente de las necesidades e impulsos del estudiante, puesto que estos elementos originan la voluntad de aprender en general.

### **2.8.1 MOTIVACIÓN BASADA CON EL USO DE TECNOLOGÍAS**

Existen varias teorías que consolidan el uso de las Nuevas Tecnologías en el ambiente del aprendizaje, entre los más importantes son:

- Area (2002) Lleva a cabo un estudio en el que concluye que las TIC incorporan algunos cambios organizativos tanto a nivel de centro como de aula, pero no necesariamente innovación pedagógica en las prácticas docentes. Sin embargo la motivación generada puede ser bien aprovechada para impulsar el proceso de aprendizaje.
- Capllonh (2005) Investiga las posibilidades educativas de las TIC en educación Física de Primaria desde la perspectiva del profesorado y alumnado. Afirmando a las TIC como una poderosa herramienta de motivación para trabajar contenidos de tipo conceptual y actitudinal.
- Pérez Puente (2007): Analiza los cuestionarios web como elemento de motivación para los alumnos de Educación Secundaria en clase de inglés.

Tras hacer prueba en distintos grupos de alumnos concluye que el uso de cuestionarios web promueve la motivación hacia el aprendizaje colaborativo.

## 2.9 ESTUDIO EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA

Se toman los siguientes puntos como fortalecimiento educativo en el área de biología, determinados por la ley educativa Avelino Siñani.

- **Temática Orientadora.-** Fortalecimiento de capacidades científicas tecnológicas, con valores socio comunitarios, de acuerdo al grado de los estudiantes en los niveles de secundaria.
- **Proyecto Socio Productivo.-** Promover la difusión del reglamento interno para establecer en los estudiantes habilidades de cumplimiento, respeto a las normas previstas para la convivencia escolar.
- **Objetivo Holístico.-** Desarrollamos conciencia crítica sobre el aparato circulatorio conociendo la fisiología e higiene, tomando en cuenta los procesos culturales de nuestra región con respecto a las normas previstas de convivencia escolar.

## 2.10 CONTENIDO Y EJES ARTICULARES

El cuerpo humano es recorrido interiormente, desde la punta de los pies hasta la cabeza, por un líquido rojizo y espeso llamado **sangre**. La sangre hace este recorrido a través de un sistema de verdaderas “cañerías”, de distinto grosor, que se comunican por todo el cuerpo. A todo eso se denomina Circulación.

En gran parte, tanto los seres humanos como la mayoría de los organismos vivos realizan sus funciones y al mismo tiempo pueden soportar grandes presiones ambientales, gracias al sistema circulatorio, permitiendo que el organismo sea adaptable a todo medio ambiente.

### 2.10.1 EL APARATO CIRCULATORIO.

La fuerza que necesita la sangre para circular se la entrega un motor que está ubicado casi en el centro del pecho: el **corazón**, que es una bomba que funciona sin parar un solo segundo.

El sistema o aparato circulatorio es el encargado de transportar, llevándolas en la sangre, las sustancias nutritivas y el oxígeno por todo el cuerpo, para que, finalmente, estas sustancias lleguen a las células.

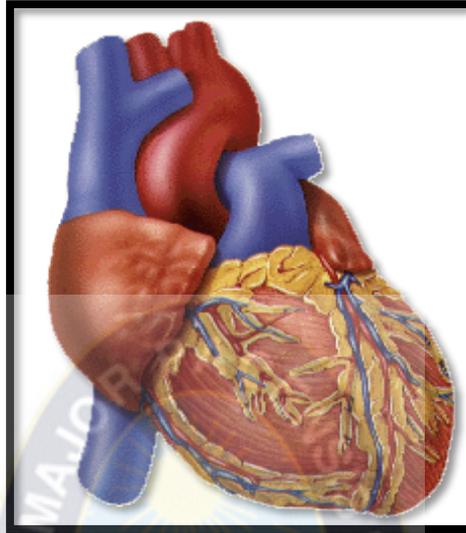
El proceso de circulación está conformado principalmente por dos grandes sistemas que se complementan como ser:

- **Sistema cardiovascular.**- Involucra el recorrido de la sangre por todo el organismo en un circuito cerrado, comprende tres elementos importantes: El Corazón, La Sangre y los Vasos Sanguíneos.
- **Sistema vascular linfático.**- Completa el sistema circulatorio y permite el recorrido de la linfa por el organismo en un circuito abierto, actuando con la circulación sanguínea y otros órganos del cuerpo.

#### 2.10.1.1 EL CORAZÓN.

El corazón del latín (cor), es el principal órgano del cuerpo humano también llamada o bomba muscular hueca, del tamaño de un puño. Se aloja al lado izquierdo entre los pulmones exactamente en el centro del tórax. Su única función es bombear la sangre hacia todo el cuerpo, como un motor de funcionamiento, y así suministrar oxígeno y nutrientes a los órganos y tejidos de todo el organismo

El Corazón, el órgano más importante del cuerpo humano.



**Figura 2.11.-** El Corazón

**Fuente:** [Juntadeandalucia, 2010]

### **Capas musculares del Corazón**

Externamente, el corazón presenta paredes gruesas y está conformada por tres capas de tejido muscular cardíaco:

- **Pericardio**, o capa externa del corazón. Está formado por células fibrosas y resistentes cuya función es la de recubrir y proteger el corazón.
- **Miocardio**, o capa media del corazón. Es la capa más gruesa, formada por tejidos de fibras más resistentes.
- **Endocardio**, o capa interna del corazón. Constituido por una capa de células lisas y planas, que le dan elasticidad al corazón al momento de su contracción.

### **Estructura Interna del Corazón**

Internamente, el corazón presenta cuatro cámaras:

- **Dos aurículas**. Están situadas en la parte superior del corazón, divididas por una membrana que las separa en aurícula derecha (AD) y aurícula izquierda (AI).

- **Dos ventrículos.** Se encuentran situados en la parte inferior del corazón, divididos también por una membrana que las separa en el ventrículo derecho (VD) y ventrículo izquierdo (VI).

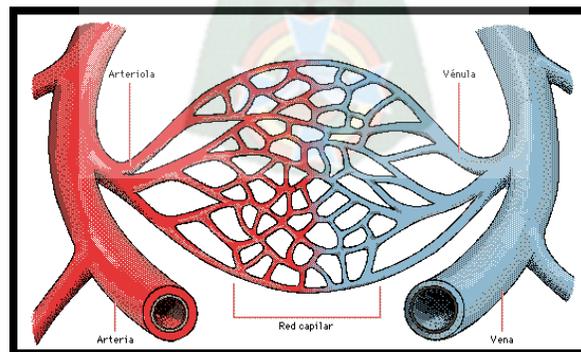
### 2.10.1.2 VASOS SANGUÍNEOS.

Los vasos conductores del sistema cardiovascular son llamados también vasos sanguíneos. Son estructuras tubulares especializadas en el transporte de la sangre y las sustancias contenidas en ella a todas las regiones del cuerpo. Las arteriolas son encargadas de llevar sangre a los órganos y tejidos.

Existen tres tipos de vasos sanguíneos: arterias, venas y capilares. Las paredes de las arterias y las venas se encuentran formadas por tres capas: Túnica adventicia o externa, Túnica media y Túnica íntima.

El grado de desarrollo de cada una de estas capas varía según la clase de vaso.

- **Arterias:** Son vasos de paredes gruesas. Nacen de los ventrículos y llevan sangre desde el corazón al resto del cuerpo. Del ventrículo izquierdo nace la arteria aorta, que se ramifica en dos coronarias, y del derecho nace la pulmonar.
- **Venas:** Son vasos de paredes delgadas. Nacen en las aurículas y llevan sangre del cuerpo hacia el corazón.
- **Capilares:** Son vasos muy finos y de paredes muy delgadas, que unen venas con arterias. Su única función es la de favorecer el intercambio gaseoso.

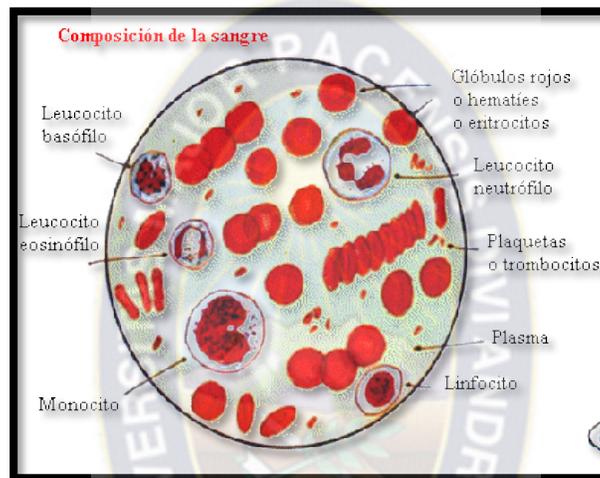


**Figura 2.12.- Vasos Sanguíneos**  
**Fuente:** [Juntadeandalucia, 2010]

### 2.10.1.3 LA SANGRE.

La sangre es una compleja mezcla de partículas sólidas que flotan en un líquido. Ese líquido, amarillento y transparente, se llama plasma, y las partículas sólidas que flotan en él son los llamados elementos figurados.

Esta parte sólida es roja y está formada por glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas y plasma sanguíneo.



**Figura 2.13.-** Composición de la Sangre

Fuente: [Juntadeandalucia, 2010]

#### Las Células Sanguíneas

- **Glóbulos rojos**, o eritrocitos. Son las células más abundantes y especializadas del cuerpo, presentan una forma de disco. En su estado maduro carecen de núcleo y mitocondrias.

En el citoplasma de esta célula se halla la hemoglobina, proteína responsable del color rojo característico de la sangre. Son los encargados de transportar el oxígeno. En una gota de sangre hay entre 5 y 6 millones de glóbulos rojos en promedio por  $mm^3$ . Sin embargo esta cantidad varía según el sexo, edad, peso y lugar geográfico.

- **Glóbulos blancos**, o leucocitos. Son células móviles que a diferencia de los eritrocitos, no contienen pigmentos, por los que califican como células blancas. Poseen núcleo, mitocondrias y otros orgánulos celulares, además son algo más grandes que los rojos. Hay unos siete mil en una gota. Su misión es defender al organismo de las infecciones: envuelven a los microbios y los devoran.
- **Plaquetas**, o trombocitos. Son fragmentos de células que contienen solo citoplasma y carecen de núcleo. Su tiempo de vida en el torrente sanguíneo es de diez días aproximadamente, normalmente hay 300000 plaquetas por  $mm^3$  de sangre. La función de las plaquetas es evitar la pérdida de sangre por hemorragias de manera de que el volumen sanguíneo pueda conservarse constante.
- **Plasma sanguíneo**. Es un líquido coloidal de color amarillento formado por 90 % de agua y 10 % sales disueltas. Es el encargado de dejar en los riñones los productos de desecho. Las sales disueltas que componen el plasma son:

**Nutrientes.**- Glucosa, aminoácidos, lípidos, agua y sales minerales, transportados desde el aparato digestivo al resto del cuerpo humano.

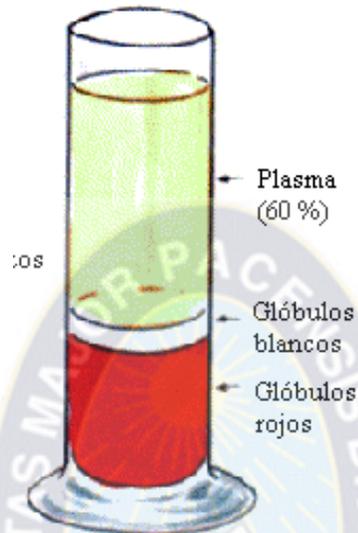
**Productos de desecho.**- urea, dióxido de carbono y otros, transportados desde las células donde se originan hasta los órganos excretores.

**Hormonas.**- Son transportados en el plasma sanguíneo desde las glándulas que las producen hasta los órganos donde son utilizadas.

**Otras sustancias.**- proteínas como el fibrinógeno que contribuye a la coagulación de la sangre; la heparina que es anticoagulante, los anticuerpos y muchas sustancias tóxicas.

En si la sangre es un tejido líquido, compuesto por agua y sustancias orgánicas e inorgánicas (sales minerales) disueltas.

Una gota de sangre contiene aproximadamente unos 5 millones de glóbulos rojos, de 5.000 a 10.000 glóbulos blancos y alrededor de 250.000 plaquetas.



**Figura 2.14.-** Composición en porcentaje de la Sangre

**Fuente:** [Juntadeandalucia, 2010]

#### **2.10.1.4 TRABAJO DEL CORAZÓN Y RECORRIDO DE LA SANGRE**

El corazón está trabajando desde que comienza la vida en el vientre materno, y lo sigue haciendo por mucho tiempo más, hasta el último día.

Para que bombee sangre hacia todo el cuerpo, el corazón debe contraerse y relajarse rítmicamente.

##### **- Ciclo cardiaco**

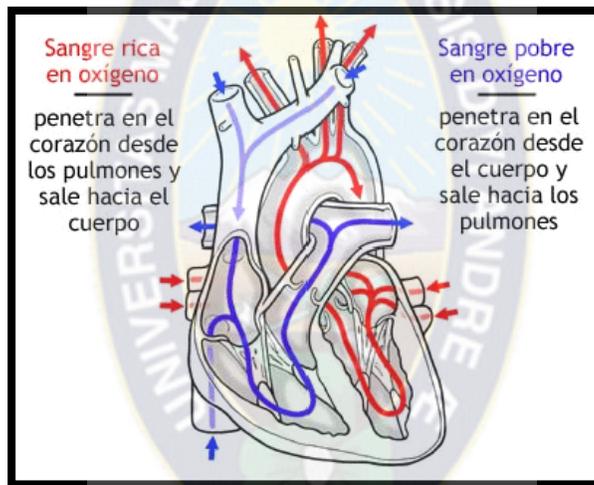
Consiste principalmente en tres etapas: Sístole auricular, Sístole ventricular y diástole. El ciclo cardiaco hace que el corazón alterne entre una contracción y una relajación aproximadamente 75 veces por minuto, es decir a una razón de 0,8 segundos por etapa.

La sangre sale del corazón a través de las arterias y se dirige hacia los pulmones. Allí recoge el oxígeno y regresa al corazón a través de las venas.

## - Movimientos del corazón

El impulso de la sangre se produce por la contracción de los músculos de las paredes del corazón. Primero, las aurículas se llenan de la sangre que llega por las venas; luego las aurículas se contraen y expulsan la sangre a los ventrículos; finalmente, estos se contraen y expulsan la sangre por las aortas. Este proceso continuo y sus fases se producen simultáneamente.

Cuando realizamos algún movimiento físico por un tiempo prolongado se produce un incremento de volumen de cavidades cardiacas, al igual que un aumento en las pulsaciones del corazón.



**Figura 2.15.-** Recorrido de la Sangre

**Fuente:** [Juntadeandalucia, 2010]



## **CAPÍTULO III**

### **MARCO APLICATIVO**

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo la descripción lógica y el modelamiento de la aplicación es fundamental para lograr el objetivo definido del proyecto y conseguir que los requerimientos se estructuren.

Es necesario proponer la creación de la aplicación en 3D con fines educativos, es decir un material educativo computarizado, para poder motivar y fortalecer el aprendizaje del Sistema Circulatorio del cuerpo humano en los estudiantes del tercero de secundaria apoyándose en las teorías de la materia educativa.

Haciendo uso de dispositivos móviles, y así motivar el aprendizaje y enriquecer los conocimientos e interés del estudiante.

Siguiendo los ciclos de desarrollo de las metodologías definidas en un capítulo anterior se obtendrá como resultado, una aplicación cumpliendo los requerimientos de los profesores del área de Biología como un apoyo educativo para la enseñanza del Aparato Circulatorio.

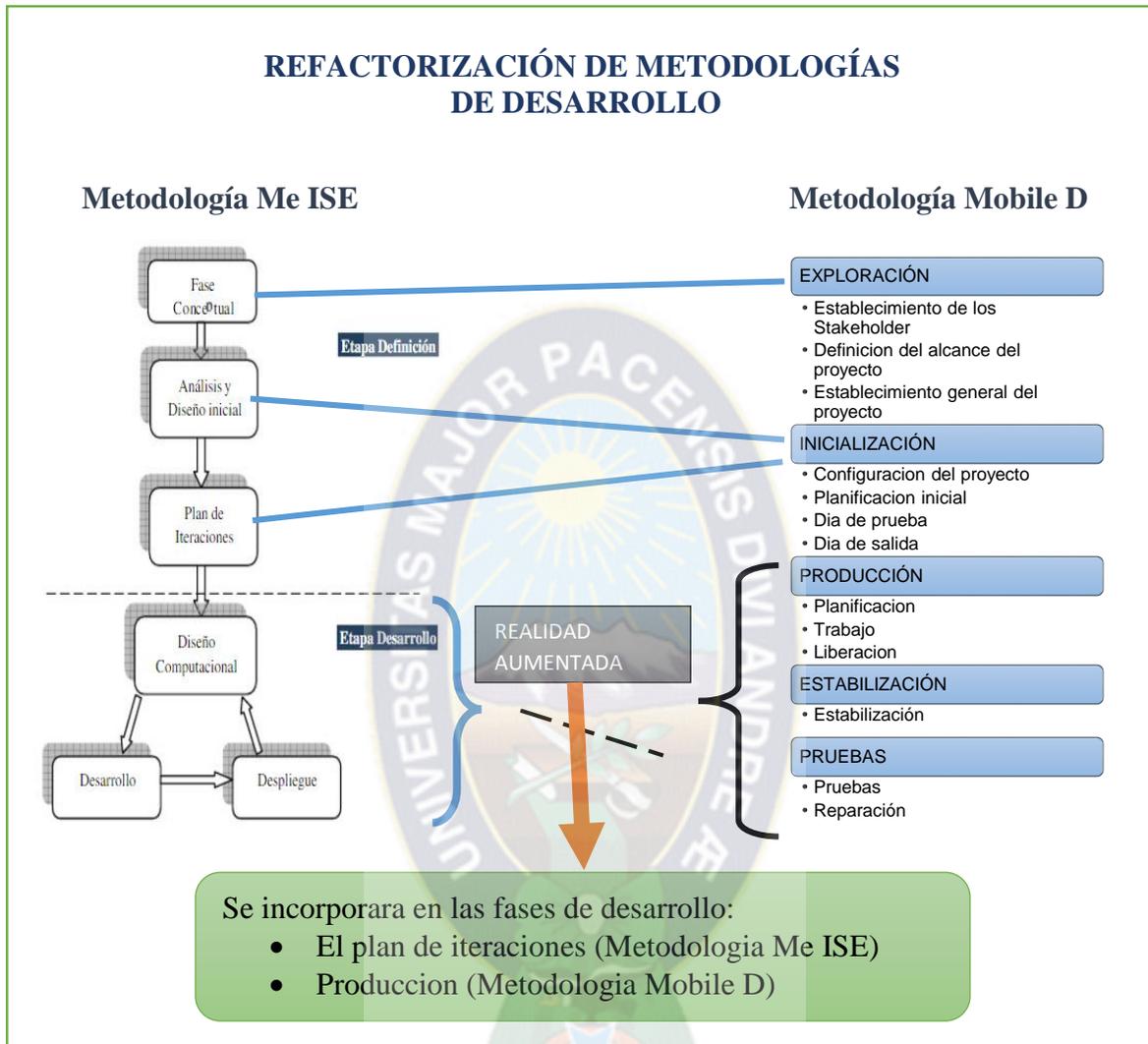
### **3.2 REFACTORIZACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ME ISE – MOBILE D**

Para la elaboración de la aplicación se hizo una reestructura uniendo dos metodologías ágiles de desarrollo, por las características de cada metodología ofrece a las necesidades de la aplicación. Por un lado la aplicación está enfocada netamente a la educación de jóvenes estudiantes el cual la metodología Me Ise se encargara en la construcción junto con las etapas que las conforma.

Por otro lado la metodología Mobile D junto a la ingeniería móvil, permitirán el desarrollo exclusivamente para dispositivos móviles.

Realizando el estudio y conociendo las etapas de cada una de las metodologías se tendrá una refactorización con los siguientes puntos que se tomaran como una sola etapa como se muestra en la figura 3.1.

Refactorización de las metodologías ágiles.



**Figura 3.1.-** Refactorización de Me ISE – Mobile D

Fuente: [Elaboración propia]

### 3.2.1 FASE CONCEPTUAL – EXPLORACIÓN

En esta fase se hará un análisis de necesidades y se identificarán los requerimientos de la aplicación y al mismo tiempo se implementará la proyección y establecimiento del proyecto además se establecerán los Stakeholders.

### 3.2.1.1 ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LAS NECESIDADES EDUCATIVAS

Al hablar de enseñanza en el nivel secundario; surgen muchas dificultades relacionadas a los ámbitos de aprendizaje, desinterés de los jóvenes, falta de técnicas de enseñanza entre otros. Una de las más grandes es la complejidad y practicas necesarias que se requiere para comprender bien la materia de Biología y los diversos temas que abarca. En nuestro país, el número de estudiantes por aula según la reforma educativa Avelino Siñani – Elizardo Pérez es de 35 por Profesor en el nivel secundario, es así que se vuelve muy difícil de interactuar con los estudiantes. Es por ello que a menudo se hace el uso de material didáctico tradicionales como ser el uso de laboratorios, exposiciones y otros.

Otra necesidad educativa radica en el hecho de que uno de los impulsores en la enseñanza es la motivación, lograr motivar al estudiante para que aprenda y capte la materia no solo de Biología si no también otras materias, puede ser complicada para los profesores (as).

### 3.2.1.2 PROBLEMAS EXISTENTES

Los problemas encontrados en el aprendizaje de los estudiantes a nivel secundaria son los siguientes:

- **Motivación:** este es uno de los elementos más importantes para la adquisición del conocimiento. Es una tarea de los profesores (as) que deben realizar para que los estudiantes puedan interesarse más en lo que están aprendiendo.
- **Mal aprovechamiento del material tecnológico:** Actualmente la mayoría de las unidades educativas de Bolivia cuenta con laboratorios de computación, física, biología y química. Donde cuentan con equipos para la enseñanza de la materia. Además el gobierno del Presidente Evo Morales Ayma hizo entrega de a todos los colegios del sector público de computadoras personales Quas a los estudiantes del sexto de secundaria, las cuales no son aprovechadas ya que muchas unidades educativas siguen con las temáticas tradicionales o simplemente no existe el software adecuado para que la enseñanza sea más dinámica e interesante para el estudiante.

- **Complejidad:** Debido a la dedicación que debe darse al proceso de enseñanza-aprendizaje no solo en Biología si no en las demás materias de la curricula educativa, suele ser un proceso complejo y arduo hasta llegar a una comprensión eficiente por parte del estudiante ya que es la base de lo que pueda ser su formación profesional en un futuro.

### 3.2.1.3 SOLUCIONES DE LAS PROBLEMÁTICAS

Conociendo las problemáticas en el proceso de enseñanza y aprendizaje se propone las siguientes soluciones.

- **Motivación:** La aplicación móvil estimulara la motivación en el estudiante, mediante modelos 3D didácticos y su despliegue con el uso de Realidad Aumentada, además que se incorporara imágenes y sonidos. Se espera que con el uso de esta tecnología, motive aún más a los estudiantes del nivel secundario.
- **Mal aprovechamiento del material tecnológico:** La aplicación aprovechara el uso de la y ventajas de los dispositivos móviles haciendo que este no sea perjudicial a la hora de su uso en aulas, además de convertir un aula tradicional en un ambiente de aprendizaje apoyado en las nuevas tecnologías
- **Complejidad:** La aplicación reducirá la complejidad de enseñanza en el área de Bilogía, al ser un material didáctico y fácil de entender.

### ¿CÓMO MOTIVAR A LOS USUARIOS DEL MEC?

La motivación que se planea estimular es la motivación intrínseca, es decir aquella motivación que el alumno irá adquiriendo a través de las experiencias exitosas con la aplicación. Además tomando en cuenta los estudios sobre motivación basada en la tecnología, se espera que el uso de la realidad aumentada para la generación de modelos 3D con cada una de los modelos, además de imágenes, generen una experiencia de usuario diferente, que motive al alumno en su aprendizaje.

Como los usuarios principales son estudiantes del nivel secundario, se tendrá cuidado en el diseño del MEC, tomando en cuenta los siguientes puntos:

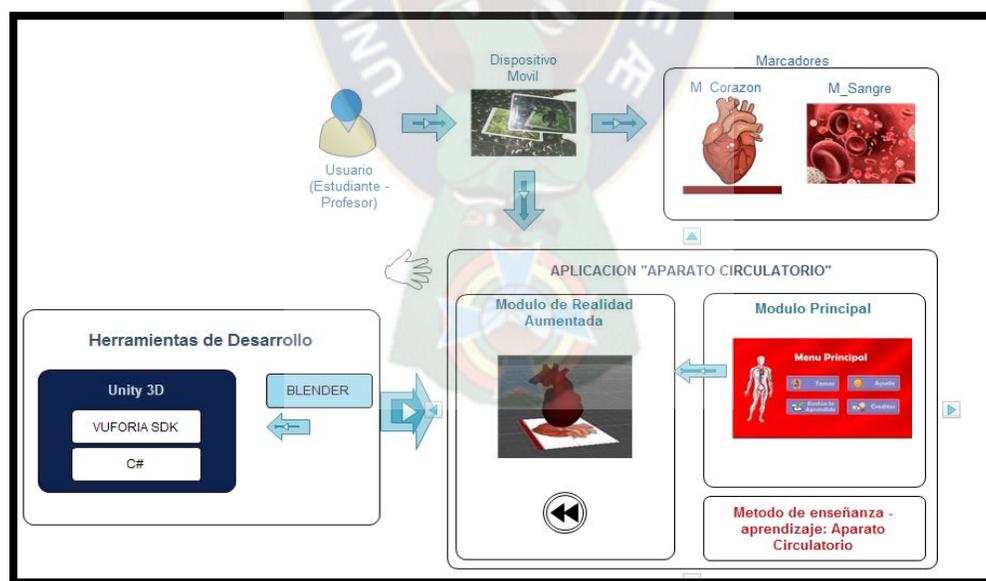
- Recomendaciones didácticas.
- Interfaz de usuario amigable y sencillo, basada en colores cálidos.
- Imágenes y modelos 3D llamativos y vistosos.
- Uso de sonido y música.

### 3.2.2 ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL Y PLAN DE ITERACIONES – INICIALIZACIÓN

En esta fase se identificara los usuarios, recursos físicos, técnicos y las herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación, logrando una configuración inicial para el usuario.

#### 3.2.2.1 ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN

Arquitectura por capas de la aplicación móvil propuesta, incorporada con la realidad aumentada



**Figura 3.2.-** Arquitectura de desarrollo

**Fuente:** [Elaboración propia]

- Marcadores para los modelos: Serán importantes para que se lleve a cabo el proceso de realidad aumentada. Se realizaran marcadores para los componentes del aparato circulatorio.
- Modulo principal: En este módulo se incluirá el menú principal de la aplicación y algunas opciones que se le estará agregando. Mediante este módulo se accederá a lo que será realidad aumentada.
- Módulo de Realidad Aumentada: Este módulo se encargara de realizar el proceso de realidad aumentada a partir del reconocimiento de los marcadores. En el caso de reconocer un solo marcador (corazón, sangre y otros), se mostrara un modelo 3D y una interfaz correspondiente al componente.
- Método de enseñanza: El método que respalda la enseñanza los componentes del aparato circulatorio a partir de una representación de la misma y posteriormente hace el estudio de sus partes, es el método didáctico.
- Herramientas de desarrollo: Las herramientas que fueron elegidas para la creación de la aplicación son las siguientes:
  - **Unity 3D:** Plataforma principal de desarrollo
  - **Vuforia SDK:** Librería para el desarrollo de realidad aumentada que será parte de Unity 3D.
  - **Blender:** Herramienta para la creación de modelos 3D.

### 3.2.2.2 USUARIOS

Los usuarios que podrán hacer uso de la aplicación móvil son los profesores del área de Biología y los estudiantes del tercero de secundaria.

Paralelo	Profesor	Núm. de Estudiantes
<b>3ro C</b>	Prof. Oscar Chávez	32
<b>3ro E</b>	Prof. Josefina Herrera	29

**Tabla 3.1.-** Datos de los paralelos que aran el uso de la aplicación

**Fuente:** [Elaboración propia]

Se debe considerar que el uso de celulares y tablet's en el aula está prohibido por la dirección de la unidad educativa. Ya que solo se ara el uso de la aplicación en hora de clases y bajo la supervisión del profesor (a) a cargo.

Además cabe aclarar que el uso de la aplicación no es exclusivo así que podrá ser utilizado por estudiantes de los demás paralelos y otros docentes del área.

### **3.2.2.3 ÁREA DE CONTENIDO**

De manera general el contenido de la aplicación está basado en la unidad 4 “La circulación”, del libro Santillana de la materia de Biología. Además esta complementado con información de páginas web referidas al Aparato Circulatorio.

El contenido básico en la aplicación trata los siguientes puntos:

- ¿Qué es la circulación?
- Sistema Cardiovascular – el Corazón
- Funcionamiento del corazón
- La sangre
- Vasos sanguíneos

Además de contar con un módulo de evaluación de aprendizaje con el que el estudiante pone a prueba su aprendizaje aplicando los principales conceptos acerca del estudio del aparato circulatorio por medio de la aplicación.

### **3.2.2.4 LÍMITES Y RECURSOS**

Los estudiantes podrán hacer uso de la aplicación, de manera individual o grupal de manera que todos tengan la posibilidad de contar con los marcadores y los dispositivos móviles. Por otro lado la aplicación será condicionado por:

- Plan de estudios
- Didáctica propuesta por el profesor (a)
- Cantidad de dispositivos móviles con la aplicación instalada

Cualquier actividad propuesta por el profesor luego de interactuar con la aplicación puede ser muy bien aprovechado en el aprendizaje. Se recomienda también que los estudiantes estén bajo la supervisión del profesor.

### 3.2.2.5 SOPORTE DE SOFTWARE Y HARDWARE REQUERIDO

La aplicación funcionara en dispositivos móviles (Smartphone y tablets). Para que el proceso de aumento de los modelos será necesario las siguientes características de Hardware:

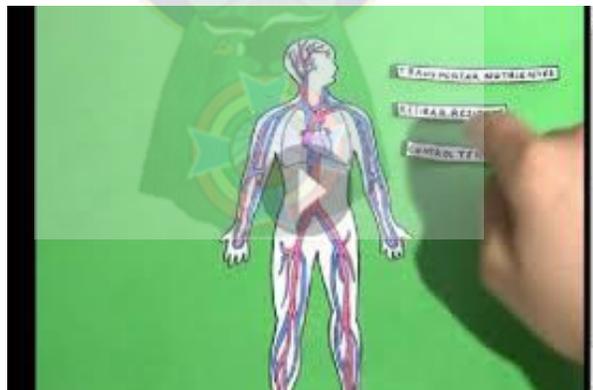
- Cámara con resolución mayor a 3 Megapíxeles.
- Buen sonido o parlantes preferentemente
- Memoria RAM mínima 512 Mb
- Memoria libre mínima de 200 Mb

El software recomendado deberá cumplir con el siguiente requisito:

- Sistema operativo Android v 2.2.3 o superior

### 3.2.2.6 DISEÑO COMUNICATIVO

Se realizara el diseño de las interfaces que serán zonas de comunicación en las que se realiza la interacción entre el usuario y la aplicación, teniendo así una mejor comprensión del tema que elija el estudiante con los modelos 3D además para el diseño de las mismas se tomaran en cuenta los dispositivos de entrada y salida de la aplicación.



**Figura 3.3.** Diseño comunicativo.

**Fuente:** [Torrez, 2010]

### 3.2.2.7 DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA

Para el desarrollo de la aplicación se necesitara la ayuda del motor de videojuegos UNITY 3D y el uso de Vuforia SDK para el proceso de realidad aumentada. El framework que proporciona Unity 3D permite el uso de dispositivos de entrada y salida las cuales son:

#### DISPOSITIVOS DE ENTRADA

- **Cámara:** Es uno de los dispositivos más importantes para llevar a cabo el proceso de realidad aumentada. La cámara permitirá enfocar su entorno y detectar los marcadores definidos para la generación de realidad aumentada que contendrá imágenes, modelos 3D, textos y sonido.
- **Pantalla táctil:** Es un dispositivo que servirá para la entrada y salida de información. Para la entrada de información, el usuario podrá interactuar mediante toques en las distintas opciones que se brindaran

#### DISPOSITIVOS DE SALIDA

- **Salida de audio:** será necesario el uso de parlantes, audífonos u otros, serán el medio por el cual la aplicación brindara información mediante sonido.
- **Pantalla táctil:** Para la salida de información, el usuario podrá visualizar el menú inicio, modelos 3D y otras características de la aplicación.

### 3.2.2.8 DISEÑO E INICIALIZACIÓN DE INTERFACES DE USUARIO

Se realizaran el uso de interfaces, muchas de ellas dependerán del uso de marcadores que se detecten. Para facilitar el diseño se crearon interfaces amigables, en estos se toma en cuenta los siguientes puntos:

- **Uso de gramática y ortografía:** Cualquier error gramatical y de ortografía es imperdonable ya que se encuentra destinado a fines educativos.
- **Uso de colores:** Se escogieron el uso de colores primarios como tonos fuertes, para que resalten en beneficio del usuario.

- **Uso de imágenes:** Se escogieron imágenes de componentes principales del aparato circulatorio para la interfaz principal, para el módulo de pruebas entre otros.

Descripción de las interfaces:

- **Interfaz Principal (splash screen<sup>6</sup>).**- Es la presentación de la aplicación.



**Figura 3.4.-** Interfaz - Presentación

**Fuente:** [Elaboración propia]

- **Menú principal.-** Como segunda interfaz se mostrara el menú principal con cuatro opciones para elegir:
  - Opción “Temas”. Permitirá ingresar al contenido educativo de la aplicación para luego empezar con el módulo de realidad aumentada.
  - Opción “Ayuda”. Brindará ayuda para entender el uso correcto de la aplicación
  - Opción “Créditos”. Brindará información de la aplicación.

---

<sup>6</sup> Splash Screen, pantalla que aparece al inicial una App, puede ser personalizada por los desarrolladores.



Figura 3.5.- Interfaz – Menú principal

Fuente: [Elaboración propia]

- **Interfaz de Contenido.-** Ingresando a la opción Temas del menú principal, se abrirá el contenido el cual brindara dos opciones la primera de “Volver” regresa al menú principal, y la segunda “Empezar” donde ingresa a la realidad aumentada acerca de los temas que contiene el estudio del aparato circulatorio: La circulación, El corazón, la sangre y los Vasos sanguíneos



Figura 3.6.- Interfaz – Sub menú de contenido

Fuente: [Elaboración propia]

- **Interfaz de Ayuda.-** Ingresando a la opción de ayuda, se abrirá una interfaz la cual brindara información acerca del uso correcto de la Aplicación y de los marcadores explicados en pasos para que el usuario pueda interactuar con la realidad aumentada.



**Figura 3.7.-** Interfaz - Ayuda

**Fuente:** [Elaboración propia]

### 3.2.2.9 REPRESENTACIÓN DEL PROYECTO EN GENERAL

Para renovar la enseñanza del sistema circulatorio del cuerpo humano en el área de Biología, se desarrolla una aplicación en Realidad Aumentada para dispositivos móviles, utilizable mediante modelos en 3D reconocidos por marcadores.

De acuerdo a las metodologías de desarrollo, identificaremos roles y tareas de usuario para el desarrollo de la aplicación como software educativo.

### 3.2.2.10 IDENTIFICACIÓN DE ROLES Y TEREAS DE USUARIO

Se contemplará como un usuario general a los estudiantes y profesor responsable, como se describió en el punto 3.2.2 Usuarios. La aplicación está diseñada para ser utilizada por jóvenes y señoritas que cursan el tercero de secundaria.

El uso general tendrá acceso a la aplicación y se detalla a continuación:

ROL	DESCRIPCIÓN
<b>Usuario General (Estudiantes - Profesor)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tendrá acceso completo a la aplicación de forma directa, y será el encargado de enfocar los marcadores para que se lleve a cabo el proceso de realidad aumentada.</li></ul>

**Tabla 3.2.-** Roles y Tareas de usuario

**Fuente:** [Elaboración propia]

### 3.2.3 DISEÑO COMPUTACIONAL - PRODUCCIÓN

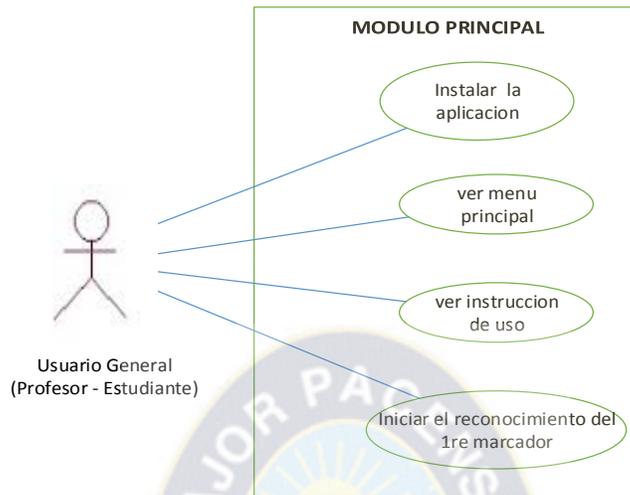
En esta combinación de fases de las metodologías ágiles, se repetirá las tareas específicas de: analizar, planificar, diseñar y liberar. Para lograr los requerimientos funcionales y no funcionales, lo cual es consecuencia del trabajo desarrollado mediante la planificación realizada de cada tarea específica. Así se enfocara netamente al desarrollo y generación de código de la realidad aumentada.

Como parte de la producción se establecerá requisitos y tareas concretas para lograr los requerimientos funcionales, del presente proyecto. Y el plan de iteraciones que nos ayudara indirectamente en un mejor control del desarrollo.

#### 3.2.3.1 DIAGRAMAS DE CASO DE USO

Una vez definidos los roles de los usuarios, se podrán identificar las tareas mediante diagramas de caso de uso para los módulos a desarrollar para la aplicación de realidad aumentada en el aparato circulatorio.

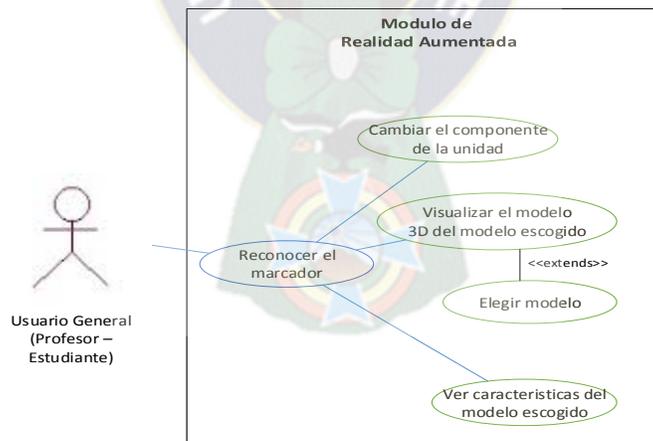
**Modulo principal.-** En este módulo se implicara desde la pantalla de inicio, conjuntamente con las opciones de ayuda y detalles de la aplicación.



**Figura 3.8.-** Diagrama caso de uso: Módulo principal

**Fuente:** [Elaboración propia]

**Módulo de realidad aumentada.-** Este módulo contempla todo lo relacionado a la generación del proceso de realidad aumentada mediante el reconocimiento de los marcadores definidos, puedan ser el corazón, vasos sanguíneos, la sangre y la relación entre ellos.



**Figura 3.9.-** Diagrama caso de uso: Módulo de Realidad Aumentada

**Fuente:** [Elaboración propia]

### 3.2.3.2 CASOS DE USO EXPANDIDOS

Descripción detallada de los casos de usos definidos.

<b>Caso de uso:</b> Instalar la Aplicación		<b>Nro:</b> 1	
<b>Descripción:</b> Caso de uso para instalar el archivo AppCirculatorio.apk			
<b>Actores:</b>	Usuario General (Estudiante - Profesor)		
<b>Condiciones de Entrada</b>	Una vez identificada las características de hardware y software del dispositivo, podrá hacer la instalación de la aplicación		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Entrada del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	Escoge el icono y nombre respecto al aparato circulatorio	Se inicia la instalación, si no existe dificultades se instalara correctamente
<b>Post Condiciones</b>	La aplicación se inicia exitosamente		

**Tabla 3.3.-** Caso de Uso Instalar la Aplicación

**Fuente:** [Elaboración propia]

Caso de uso para visualizar el menú principal de la aplicación

<b>Caso de uso:</b> Ver menú principal		<b>Nro:</b> 2	
<b>Descripción:</b> Caso de uso para visualizar el menú principal de la aplicación			
<b>Actores:</b>	Usuario General (Estudiante - Profesor)		
<b>Condiciones de Entrada</b>	Instalación correcta y terminada la presentación de la aplicación.		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Entrada del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	Escoge el icono y nombre respecto al aparato circulatorio	Se inicia la instalación, si no existe dificultades se instalara correctamente
	2		Se inicia la aplicación con la interfaz principal (splash screen)
	3		Luego de la interfaz de principal, se mostrara el menú con 4 opciones (buttons) a elegir
<b>Post Condiciones</b>	La aplicación muestra un menú con cuatro opciones para la interacción con la aplicación		

**Tabla 3.4.-** Caso de Uso Ver Menú Principal

**Fuente:** [Elaboración propia]

Caso de uso para ver el uso correcto de la aplicación

<b>Caso de uso:</b> Ver instrucciones de uso		<b>Nro:</b> 3	
<b>Descripción:</b> Caso de uso para ver el uso correcto de la aplicación			
<b>Actores:</b>	Usuario General (Estudiante - Profesor)		
<b>Condiciones de Entrada</b>	Debe haberse elegido del menú principal, la opción 'Ayuda'.		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Entrada del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	Escoge el icono y nombre respecto al aparato circulatorio	Se inicia la instalación, si no existe dificultades se instalara correctamente
	2		Se inicia la aplicación con la interfaz principal (splash screen)
	3		Luego de la interfaz de principal, se mostrara el menú con 4 opciones (buttons) a elegir
	4	El usuario debe escoger la opción 'Ayuda' del menú principal	Elegido la opción de 'Ayuda', nos mostrara una interfaz con los pasos correctos para el uso de la aplicación
<b>Post Condiciones</b>	Por consiguiente se ara el uso correcto de la aplicación		

**Tabla 3.5.-** Caso de Uso Ver Menú Principal

**Fuente:** [Elaboración propia]

<b>Caso de uso:</b> Iniciar reconocimiento del primer marcador		<b>Nro.:</b> 4	
<b>Descripción:</b> Caso de uso para iniciar la aplicación			
<b>Actores:</b>	Usuario General (Estudiante - Profesor)		
<b>Condiciones de Entrada</b>	Presionar el icono de la aplicación y debe haber iniciado correctamente		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Entrada del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	Escoge el icono y nombre respecto al aparato circulatorio	Se inicia la instalación, si no existe dificultades se instalara correctamente
	2		Se inicia la aplicación con la interfaz principal (splash screen)
	3	El usuario presiona el Button "Iniciar" del contenido.	Se separa el modulo realidad aumentada. Con la detección mediante la cámara del dispositivo.
<b>Post Condiciones</b>	Por consiguiente para a la detección de la cámara		

**Tabla 3.6.-** Caso de Uso Iniciar la aplicación

**Fuente:** [Elaboración propia]

Descripción de casos de usos expandidos del módulo realidad aumentada.

<b>Caso de uso:</b> Reconocer marcador		<b>Nro:</b> 5	
<b>Descripción:</b> Caso de uso para el reconocimiento del marcador			
<b>Actores:</b>	Usuario General (Estudiante - Profesor)		
<b>Condiciones de Entrada</b>	El usuario debe tener los marcadores impresos para que se pueda lograr la magia de realidad aumentada.		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Entrada del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	Escoge el icono y nombre respecto al aparato circulatorio	Se inicia la instalación, si no existe dificultades se instalara correctamente
	2		Se inicia la aplicación con la interfaz principal (splash screen)
	3	El usuario debe escoger la opción 'Temas' del menú principal	Elegido la opción de 'Temas, nos mostrara otra interfaz de submenús donde se encuentran el módulo de R. A.
	4	El usuario enfoca la cámara del dispositivo hacia el marcador elegido.	Se detectan los marcadores mediante la cámara. Y se verifica si el marcador está definido
	5		Marcador reconocido.
<b>Post Condiciones</b>	Por consiguiente se reconoce el marcador mediante la cámara		

**Tabla 3.7.-** Caso de Uso Reconocimiento de marcador

**Fuente:** [Elaboración propia]

Caso de uso para cambio de entorno

<b>Caso de uso:</b> Cambiar el componente de la unidad		<b>Nro:</b> 6	
<b>Descripción:</b> Caso de uso para cambio de entorno			
<b>Actores:</b>	Usuario General (Estudiante - Profesor)		
<b>Condiciones de Entrada</b>	Debe haberse elegido del menú principal, la opción 'Temas' y luego 'La circulación'		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Entrada del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	Escoge el icono y nombre respecto al aparato circulatorio	Se inicia la instalación, si no existe dificultades se instalara correctamente
	2		Se inicia la aplicación con la interfaz principal (splash screen)

	3	El usuario debe escoger la opción 'Temas' del menú principal	Elegido la opción de 'Temas, nos mostrara otra interfaz de submenús.
	4	El usuario escoge 'Empezar'.	Mostrará la interfaz del 1re tema, con texto, imágenes y audio que darán información acerca de La circulación
	5		Marcador reconocido.
<b>Post Condiciones</b>	Por consiguiente terminara el primer tema		

**Tabla 3.8.-** Caso de Uso Cambio de unidad

**Fuente:** [Elaboración propia]

Cambio de Entorno

<b>Caso de uso:</b> Visualización del modelo 3D respecto al marcador escogido		<b>Nro:</b> 7	
<b>Descripción:</b> Caso de uso para cambio de entorno			
<b>Actores:</b>	Usuario General (Estudiante - Profesor)		
<b>Condiciones de Entrada</b>	Debe haberse elegido del menú principal, la opción 'Temas' y elegir uno de los tres temas siguientes		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Entrada del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	Escoge el icono y nombre respecto al aparato circulatorio	Se inicia la instalación, si no existe dificultades se instalara correctamente
	2		Se inicia la aplicación con la interfaz principal (splash screen)
	3	El usuario debe escoger la opción 'Temas' del menú principal	Elegido la opción de 'Temas, nos mostrara otra interfaz de submenús.
	4	El usuario escoge los temas 2, 3 o 4 del submenú 'Temas'	Pasa al módulo de realidad aumentada. Haciendo la detección mediante la cámara
	5	El usuario enfoca la cámara hacia el marcador	Por los procesos de realidad aumentada, la aplicación verifica que el marcador este definido
	6		Marcador reconocido.
	7		Se procesa la posición del marcador y renderiza el modelo 3D encima del marcador
<b>Post Condiciones</b>	Por consiguiente la aplicación muestra los objetos 3D mediante la RA.		

**Tabla 3.9.-** Caso de Uso Visualización del modelo 3D respecto al marcador escogido

**Fuente:** [Elaboración propia]

Caso de uso ver las características de realidad aumentada en el modelo elegido.

<b>Caso de uso:</b> Ver características del modelo escogido		<b>Nro:</b> 8	
<b>Descripción:</b> Caso de uso ver las características de realidad aumentada en el modelo elegido			
<b>Actores:</b>	Usuario General (Estudiante - Profesor)		
<b>Condiciones de Entrada</b>	Debe haberse elegido 'Temas'		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Entrada del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	Escoge el icono y nombre respecto al aparato circulatorio	Se inicia la instalación, si no existe dificultades se instalara correctamente
	2		Se inicia la aplicación con la interfaz principal (splash screen)
	3	El usuario debe escoger la opción 'Temas' del menú principal	Elegido la opción de 'Temas, nos mostrara otra interfaz de submenús.
	4	El usuario la opción : "Empezar"	Pasa al módulo de realidad aumentada. Haciendo la detección mediante la cámara
	5	El usuario enfoca la cámara hacia el marcador	Por los procesos de realidad aumentada, la aplicación verifica que el marcador este definido
	6		Marcador reconocido.
	7		Se procesa la posición del marcador y renderiza el modelo 3D encima del marcador
	8		Se visualiza las características del modelo, con texto que sobresale del marcador y audio grabado para un mejor entendimiento del estudiante
<b>Post Condiciones</b>	Por consiguiente el aprendizaje será más didáctica sobre las características del modelo elegido		

**Tabla 3.10.-** Caso de Uso Ver características del modelo escogido

**Fuente:** [Elaboración propia]

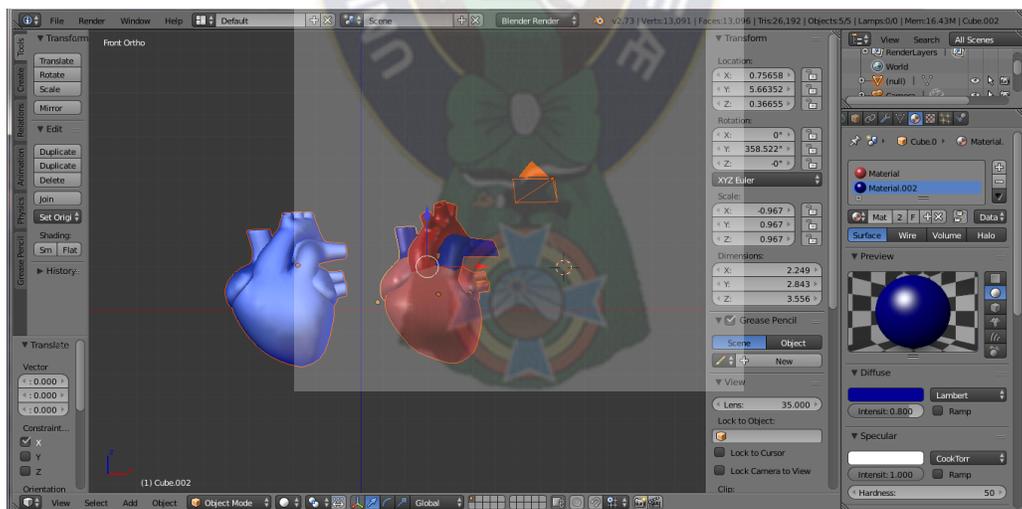
### 3.2.3.3 TRABAJO EN EL DISEÑO COMPUTACIONAL

Es una tarea donde se producirá dos etapas muy importantes para el desarrollo de la aplicación como ser: Modelamiento de los objetos 3D y la Implementación de la realidad Aumentada.

**Modelamiento de los objetos 3D.** El diseño de los modelos que conforman el aparato circulatorio fue desarrollado en Blender 2.73, herramienta multiplataforma. Los modelos serán mostrados en la capa de aumento de la realidad al detectarse uno de los cuatro marcadores definidos. Se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones para la creación de los modelos 3D:

- **Fáciles de reconocer:** Los modelos son simples y con diseño claro, sin elementos innecesarios que compliquen su reconocimiento.
- **Diseños simples:** Los modelos no exceden en el uso de polígonos, puntos y superficies subdivididas.
- **Uso de Colores:** Se utiliza los colores originales de los modelos sin modificar la estructura y la apariencia real del objeto.

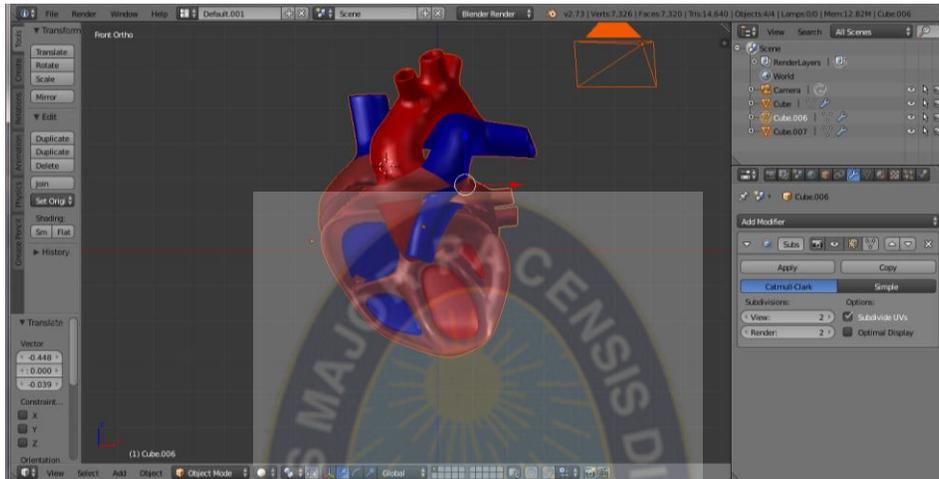
En la figura 3.10 se describe el modelado de la estructura externa del corazón, que será mostrado con el marcador que tiene la figura del corazón. Para empezar el modelo se tomó como base la figura primitiva de una esfera para el diseño del corazón entero, luego se utilizó el divisor de superficies para luego darle forma y color de un corazón real.



**Figura 3.10.-** Modelo del Corazón entero

**Fuente:** [Elaboración propia]

Con el modelo de corazón de sus partes internas se realizó cortes en la superficie y se hizo un resalte de la parte que sería el interior del corazón, dándole profundidad y sombreado a lo que sería las cámaras internas. Como se muestra en la figura 3.11

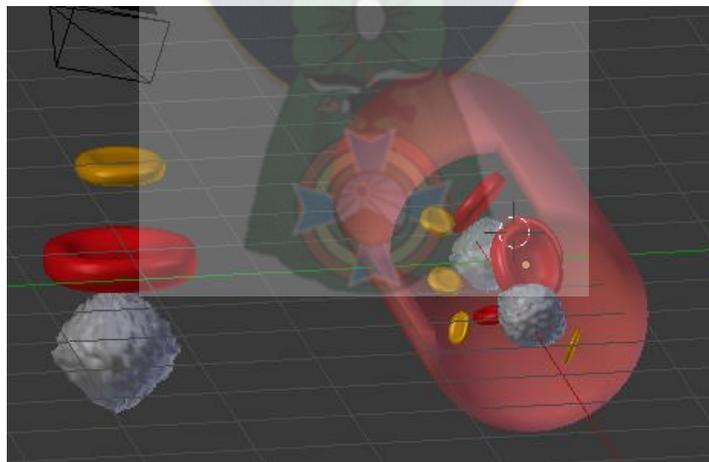


**Figura 3.11.-** Modelo del corazón partido en dos

**Fuente:** [Elaboración propia]

De manera similar se hizo el diseño de los dos modelos restantes que conforman parte del sistema circulatorio del cuerpo humano para la aplicación.

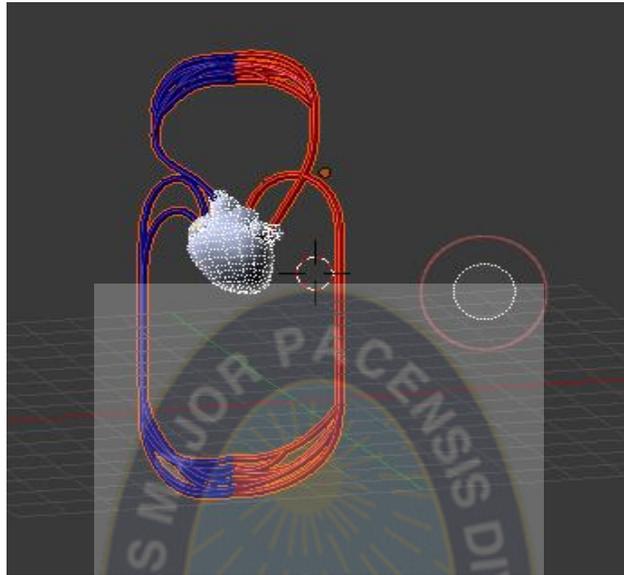
- Componentes de la sangre y la representación de un vaso sanguíneo.



**Figura 3.12.-** Modelo de la estructura de una Vena

**Fuente:** [Elaboración propia]

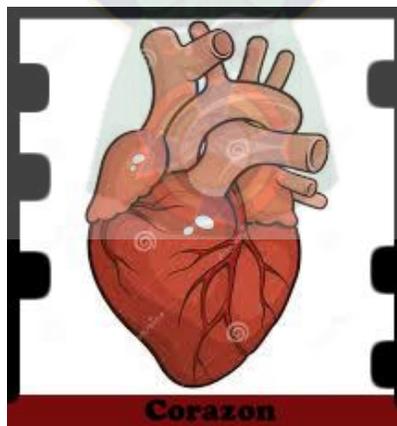
- Representación de la circulación sanguínea



**Figura 3.13.-** Modelo de la estructura de la circulación

**Fuente:** [Elaboración propia]

*Creación de los marcadores.* Los marcadores para el proyecto fueron creados con figuras reales a los que representaran, tomando en cuenta la fácil selección para el tema requerido. En la figura 3.14 se observa el diseño del marcador que representara al corazón.



**Figura 3.14.-** Diseño del marcador "corazón"

**Fuente:** [Elaboración propia]

Para que los marcadores sean reconocidos por la aplicación, se debe hacer uso del Target manager (Administrador de Marcadores) que es una base de datos que nos ofrece Vuforia para la administración de marcadores para cualquier proyecto creado, permite subir a su plataforma imágenes en formatos .png y .jpg. Los cuales son descargados en forma empaquetada para importarlos fácilmente al proyecto con el uso del editor Unity 3D y los Assets (librerías nativas)



**Figura 3.15.-** Target Manager, con características de calidad

**Fuente:** [Página oficial de Vuforia, s.f]

Target manager permite evaluar la calidad de cada marcador insertado en la base de datos, como se ve en la figura 3.15. Es por esta razón que se tomaron ciertos patrones y características para facilitar el reconocimiento de los marcadores.

### 3.2.4 DESARROLLO - ESTABILIZACIÓN

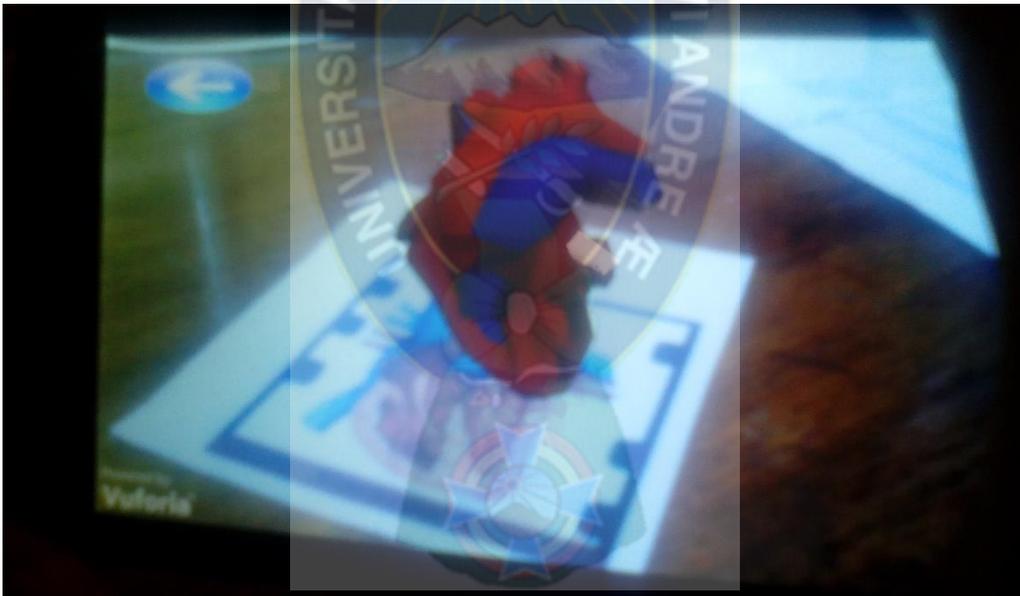
Prácticamente la aplicación está casi lista para ser implementada, de manera que se obtiene una versión beta del software lista para que sea utilizada por los usuarios y así ver las dificultades e inconvenientes que observan los profesores con los que se está trabajando en el área de Biología, ya que es primordial establecer la correcta funcionalidad y buen contenido educativo a los estudiantes.

### 3.2.5 PRUEBAS - DESPLIEGUE

Para esta fase, se tiene el proyecto prácticamente terminado por lo cual se harán las pruebas para verificar la existencia de errores en el reconocimiento de marcadores, reproducción de audios definidos, contenido educativo adecuado y otros. Específicamente, se analizará el rendimiento y la usabilidad de la Aplicación asegurando así que sea capaz de brindar un tiempo de respuesta eficiente con un contenido adecuado al tema “El Aparato Circulatorio”.

#### 3.2.5.1 PRUEBAS DE RECONOCIMIENTO

Teniendo los modelos terminados y marcadores definidos en la aplicación para cada contenido del tema “El Aparato Circulatorio”, se procede con las pruebas de reconocimiento a través del dispositivo móvil Alcatel One Touch.5036A



**Figura 3.16.-** Reconocimiento de marcadores

**Fuente:** [Elaboración propia]

Como se ve en la figura 3.16, la aplicación en funcionamiento, mostrando el modelo del corazón en 3D con su audio respectivo. Y no presenta demora en el reconocimiento del

marcador, ya que se aseguró que la calidad de impresión sea *excelente* y gracias al ImageTarget de Vuforia que calificó con una puntuación de 4 estrellas.

### 3.2.5.2 PRUEBA DE CAJA NEGRA

Esta prueba se enfocara para identificar la existencia de problemas en cuanto al desempeño de los casos de uso definidos. Es decir aquellos que serán ejecutados, sin verificar el código fuente.

#### Caso uno. CASO DE USO: MODULO PRINCIPAL

Para este módulo, el actor no requiere de mucho recurso procesamiento en los tres primeros casos con los que interactúa. Simplemente abarca la instalación y las 3 primeras interfaces de usuario.

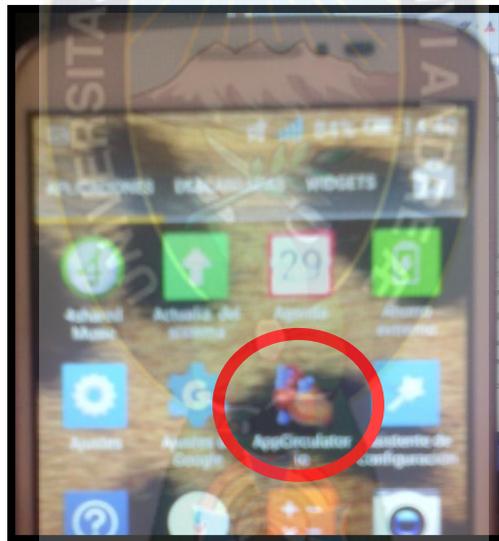


Figura 3.17.- Aplicación instalada

Fuente: [Elaboración propia]

Se puede observar que la aplicación se instaló correctamente con un icono de presentación, y está lista para ser iniciada.

Antes de ingresar al reconocimiento del primer marcador es necesario ver el contenido con el que el usuario se va encontrar con los marcadores definidos.

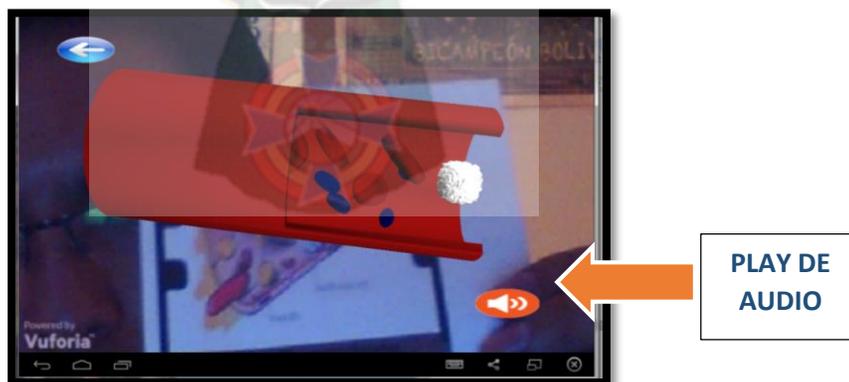


**Figura 3.18.-** Contenido principal  
**Fuente:** [Elaboración propia]

### **Caso dos. CASO DE USO: REALIDAD AUMENTADA**

El usuario interactúa directamente con la realidad aumentada, con el reconocimiento del marcador escogido, se cuenta también con opciones de interacción como ser: Nombres de cada parte que conforma el corazón, vasos sanguíneos y la sangre. Además audios que se reproducirán en cuanto se reconozca el marcador, y la opción de rotación por tiempo.

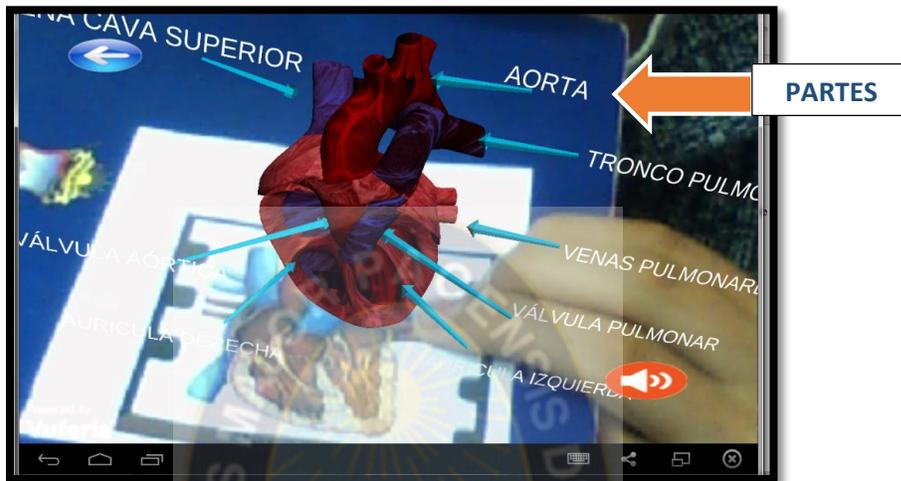
#### ***Prueba de Audio***



**Figura 3.19.-** Contenido principal  
**Fuente:** [Elaboración propia]

En la figura 3.19 se ve que el momento de reproducir el audio referido al marcador elegido, se muestra un button de reproducción.

### ***Prueba de textos en los Modelos 3D***



**Figura 3.20.- Reconocimiento de Texto**

**Fuente:** [Elaboración propia]

### **3.2.5.3 PRUEBAS DE CAJA BLANCA**

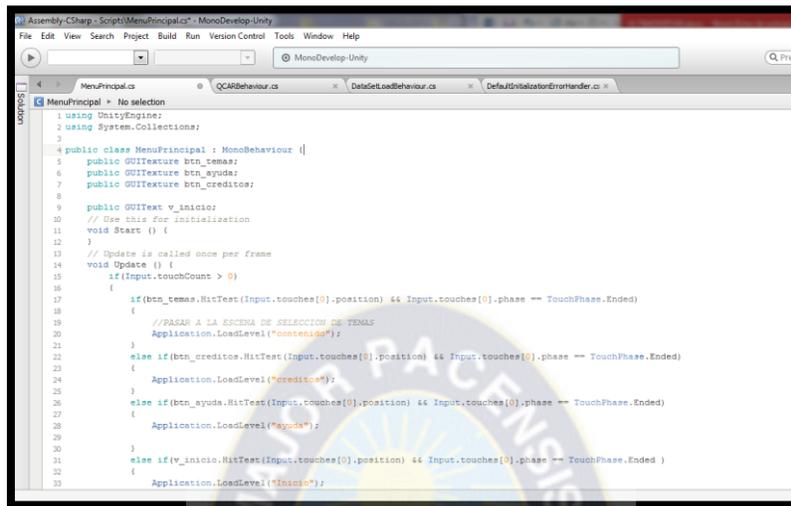
Unity reconoce tres tipos de lenguajes de programación para el desarrollo de aplicaciones:

- Java Script
- CSharp
- Boo,

Para el desarrollo de la aplicación se optó por utilizar código CSharp. Ya que es el lenguaje más óptimo y seguro para las aplicaciones en realidad aumentada.

Las pruebas de caja blanca se realizaron a los scripts definidos ya que se tiene que realizar pruebas al código del software desarrollado, para la interacción entre las interfaces y el reconocimiento de los modelos 3D en cada marcador.

## Código CSharp.



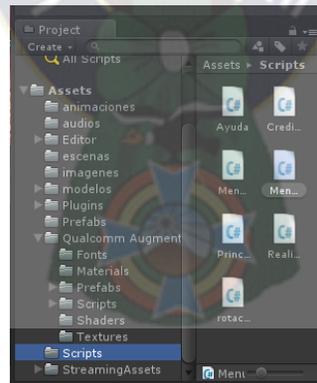
```
1 using UnityEngine;
2 using System.Collections;
3
4 public class MenuPrincipal : MonoBehaviour {
5     public GUITexture btn_temas;
6     public GUITexture btn_ayuda;
7     public GUITexture btn_creditos;
8
9     public GUIText v_inicio;
10    // Use this for initialization
11    void Start () {
12    }
13    // Update is called once per frame
14    void Update () {
15        if (Input.touchCount > 0)
16        {
17            if (btn_temas.HitTest(Input.touches[0].position) && Input.touches[0].phase == TouchPhase.Ended)
18            {
19                //PASAR A LA ESCENA DE SELECCION DE TEMAS
20                Application.LoadLevel("Contenido");
21            }
22            else if (btn_creditos.HitTest(Input.touches[0].position) && Input.touches[0].phase == TouchPhase.Ended)
23            {
24                Application.LoadLevel("Creditos");
25            }
26            else if (btn_ayuda.HitTest(Input.touches[0].position) && Input.touches[0].phase == TouchPhase.Ended)
27            {
28                Application.LoadLevel("Ayuda");
29            }
30        }
31        else if (v_inicio.HitTest(Input.touches[0].position) && Input.touches[0].phase == TouchPhase.Ended )
32        {
33            Application.LoadLevel("Inicio");
34        }
35    }
36 }
```

**Figura 3.20.-** Código del Script Interacción de las Interfaces

**Fuente:** [Elaboración propia]

Se declararon variables de tipo public a las GUITEXT, que están definidas en cada escena para poder brindar diferentes interfaces. Se utilizó la estructura `if` para re direccionar de una escena a otra.

Cada Script se creó en la carpeta script de los Assest.



**Figura 3.21.-** Ruta de cada script

**Fuente:** [Elaboración propia]

El audio y los textos incorporados en los modelos 3D, se instancian una vez reconocido el marcador por la ARCamera, es decir que si la cámara reconoce bien el marcador es solo en

ese momento que se puede hacer uso de los audios y textos. En el código fuente de esta función se muestra la instancia.

```
private void OnTrackingFound()
{
    Renderer[] rendererComponents = GetComponentsInChildren<Renderer>(true);
    Collider[] colliderComponents = GetComponentsInChildren<Collider>(true);

    // Enable rendering:
    foreach (Renderer component in rendererComponents)
    {
        component.enabled = true;
    }

    // Enable colliders:
    foreach (Collider component in colliderComponents)
    {
        component.enabled = true;
    }

    Debug.Log("Trackable " + mTrackableBehaviour.TrackableName + " found");
}
```

**Figura 3.21.-** Código con el cual se hace el Reconocimiento del Marcador  
**Fuente:** [Elaboracion propia]

En este Script se controla y registra si fue reconocido satisfactoriamente el marcador para luego hacer uso de los componentes de audio, animación y texto.



## **CAPÍTULO IV**

### **CALIDAD**

## 4.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene como objetivo, determinar la calidad de la aplicación móvil educativo, tomando en cuenta el conjunto de problemáticas ya establecidas. Se propone métricas orientadas a evaluar la calidad de productos de software educativo con la utilización del estándar o norma ISO 9126.

Donde se adoptó el conjunto de características básicas de calidad del software y se agregaron aspectos relevantes a ser evaluados, entre estos están:

- **Pedagógicos.** Orientados a evaluar las características referentes a la enseñanza - aprendizaje.
- **Contenido.** Que profundizaran en los aspectos relacionados con la información que se presentara a través de la aplicación.
- **Interfaz Usuario – Dispositivo Móvil.** Que contempla los puntos a evaluar en cuanto a la presentación de la aplicación educativa.

Junto a estos aspectos, se consideran los factores que sugiere la norma ISO-9126, de los cuales se tomaron aquellas que se apegan al software educativo.

Los cuáles serán: funcionalidad, usabilidad, confiabilidad, facilidad de uso, eficiencia, mantenibilidad y transportabilidad de la aplicación móvil.

El objetivo es alcanzar el nivel de calidad necesario y suficiente para la evaluación del proyecto y cumplir satisfactoriamente las necesidades del usuario. Pressman, (2002) define la satisfacción como:

*Satisfacción de usuario = producto satisfactorio + buena calidad + entrega del producto dentro de lo propuesto y tiempo establecido.*

Una vez establecidos los factores a evaluar, se genera la tabla 4.1 para identificar un orden de acuerdo al grado de influencia en el producto de software educativo.

<b>Factores de calidad según el estándar ISO 9126</b>	
<b>Mayor importancia.</b> 	1. Usabilidad 2. Funcionalidad 3. Eficiencia 
<b>Menor importancia</b> 	4. Confiabilidad 5. Mantenibilidad 6. Transportabilidad
<b>Aspectos del software educativo</b>	
<b>Mayor importancia</b> 	1. Pedagógico 2. Interfaz U – App 3. Contenido
<b>Menor importancia</b> 	

**Tabla 4.1.-** Relevancia de los factores de calidad y los aspectos del software educativo

**Fuente:** [Abud. 2005]

## 4.2 FACTORES DE CALIDAD SEGÚN ESTÁNDAR ISO - 9126

ISO 9126 es un estándar internacional para la evaluación del software, originalmente desarrollado en 1991 para proporcionar un esquema para la evaluación de calidad. La normativa define seis características que son:

### 4.2.1 USABILIDAD (FACTIBILIDAD DE USO)

La usabilidad es el esfuerzo requerido por el usuario para utilizar el producto satisfactoriamente. Viene reflejada en la facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje y facilidad de operabilidad.

Para comprobar la usabilidad se considera el método propuesto por Jacob Nielsen, para quien, la usabilidad es una medida abstracta.

#### 4.2.1.1 TEST DE USUARIO FINAL

Consiste en una evaluación escrita después de las pruebas finales con un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 100, para ver el grado de uso de los usuarios respecto a la aplicación, se utilizó preguntas mostradas en la tabla.

Nro.	Factor de Ajuste (respecto a la aplicación móvil)	Valor Obtenido %
1	Es entendible	90
2	Es operable	90
3	Esta acorde al contenido pedagógico de la unidad 4 “El Aparato Circulatorio”	95
4	Ayuda a promover e incentivar el aprendizaje de los estudiantes.	100
5	Tiene buena presentación (atractivo a la vista)	100
6	Puede ser usado fácilmente	90
<b>Promedio</b>		$\bar{x} = 94.16 \%$

**Tabla 4.2.-** Valores de ajuste, según (Pressman, 20022)

**Fuente:** [Elaboración propia]

Por lo tanto, la aplicación móvil obtuvo un valor de usabilidad de 94.16 %, se interpreta como la facilidad de uso de la aplicación mediante las interfaces, es decir, que de 100 usuarios 94 pudieron entender y operar la aplicación sin ninguna dificultad.

#### 4.2.2 FUNCIONABILIDAD

Es la capacidad del software de proveer los servicios necesarios para cumplir con los requisitos funcionales. Es decir, que estén disponibles a la funcionalidad y su conformidad al comportamiento deseado por el usuario.

Se obtiene mediante “Punto función”<sup>7</sup> que se realiza en la notación de medida cuantitativas del dominio de información del software.

<sup>7</sup> Punto Función. Es el método utilizado en Ingeniería de Software para medir el tamaño de software.

Tomando en cuenta la tabla 4.3, con la ponderación de las variables que serán evaluadas.

<b>Categoría</b>	<b>Nivel de ajuste</b>
<b>Sin influencia</b>	0
<b>Menor importancia</b>	1
<b>Moderado</b>	2
<b>Medio</b>	3
<b>Significativo</b>	4
<b>Importante</b>	5

**Tabla 4.3.-** Valores de complejidad

**Fuente:** [Elaboración propia]

Se asignan valores a las preguntas de complejidad según Pressman en la tabla 4.4.

<b>Nro.</b>	<b>Factor de Ajuste (respecto a la aplicación móvil)</b>	<b>Valor</b>
<b>1</b>	¿Requiere copias de seguridad?	3
<b>2</b>	¿Requiere comunicación de datos?	5
<b>3</b>	¿Es crítico el rendimiento?	3
<b>4</b>	¿Existe funciones de procesamiento distribuido?	3
<b>5</b>	¿Requiere entrada de datos?	3
<b>6</b>	¿Requiere la entrada de datos que las transacciones se realicen sobre múltiples interfaces u operaciones?	4
<b>7</b>	¿Se ejecuta la aplicación en un entorno operativo existente y utilizado?	5
<b>8</b>	¿Se ejecuta archivos maestros de forma interactiva?	3
<b>9</b>	¿Son complejas las entradas, salidas, los archivos o las peticiones?	0
<b>10</b>	¿Es complejo el procesamiento interno?	4
<b>11</b>	¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?	5
<b>12</b>	¿Están incluidas en el diseño la conversación y la instalación?	5
<b>13</b>	¿Se ha diseñado para soportar múltiples instalaciones en diferentes organizaciones(Unidades Educativas)	5
<b>14</b>	¿Se ha diseñado para ser fácilmente utilizable por el usuario?	5
<b>Valor Total</b>		$\sum x_i = 53$

**Tabla 4.4.-** Valores de complejidad, según Pressman

**Fuente:** [Elaboración propia]

- a) Número de Entradas de usuario, referido a cada entrada que proporciona datos a la aplicación.

Nro.	Entrada de Usuario	Cantidad
1	Ingreso a la aplicación	1
2	Ingreso a las interfaces de usuario	5
3	Ingreso a seleccionar <i>Inicio</i> para ver el contenido del “El Aparato Circulatorio”	4
	<b>Total</b>	<b>10</b>

**Tabla 4.5.-** Total entrada de Usuario

**Fuente:** [Elaboración propia]

- b) Número de salidas de usuario, referido a cada salida que proporciona la aplicación al usuario.

No se requiere datos en las salidas de la aplicación.

**Total = 0**

- c) Número de Peticiones de usuario, se define como entrada interactiva que produce la generación de alguna respuesta.

Nro.	Salidas de Usuario	Cantidad
1	Interfaces (Pantallas)	5
2	Interacción con Modelos 3D	4
	<b>Total</b>	<b>9</b>

**Tabla 4.6.-** Total Peticiones de Usuario

**Fuente:** [Elaboración propia]

- d) Numero de Archivos, se considera a los archivos maestros, pueden ser: grupo lógico de datos o archivos independientes.

Nro.	Archivos	Cantidad
1	Marcadores definidos	4
2	Modelos 3D	4

3	Animación incorporada al modelos	2
4	Audios introducidos a cada modelo	4
	<b>Total</b>	<b>14</b>

**Tabla 4.7.-** Total Archivos Maestros  
**Fuente:** [Elaboración propia]

e) Numero de Interfaces externas, prácticamente son las interfaces de hardware o software para trasferir información a otra aplicación.

Nro.	Interfaces externas	Cantidad
1	Memoria de almacenamiento interno	4
	<b>Total</b>	<b>4</b>

**Tabla 4.8.-** Total Interfaces externas  
**Fuente:** [Elaboración propia]

Calculo de los factores de ponderación, con las siguientes puntuaciones:

**Bajo = 1 , Medio = 3 , Alto = 6**

Referencia	Parámetros	totales	Factores de Ponderación			Valor Obtenido
			Bajo	Medio	Alto	
a)	Entradas de Usuario	10			*6	60
b)	Salidas de Usuario	0	*1			0
c)	Peticiones	9			*6	54
d)	Archivos	14			*6	84
e)	Interfaces	4			*6	24
		Total				<b>222</b>

**Tabla 4.9.-** Factores de Ponderación  
**Fuente:** [Elaboración propia]

Calculo **Punto Función (PF)**.

$$PF = cuenta\ total(\text{grado de confiabilidad} + Tasa\ de\ error * \sum x_i)$$

Donde:

<b>Cuenta total</b>	– Total de puntos función sin ajustar
<b>Grado de Confiabilidad</b>	– Valor de 0.65, (pie de corrección)
<b>Tasa de Error</b>	– Valor 0.01, (Error de confiabilidad de la aplicación)
$\sum(x_i)$	– Valor Total de la complejidad de la aplicación

Reemplazando valores:

$$PF = 150(0.65 + 0.01 * 53)$$

$$PF = 177$$

Obtenemos el punto función ideal, calculado con el valor máximo de  $\sum X_i$

$$PF_{ideal} = 150(0.65 + 0.01 * 70)$$

$$PF_{ideal} = 202.5$$

Por ultimo obtenemos la funcionalidad deseada:

$$Funcionalidad = \frac{PF}{PF_{ideal}} = \frac{177}{202.5} = 0.8740$$

Por lo tanto, se obtuvo una funcionalidad de 87.40%, tomando en cuenta el punto función máximo. Lo que quiere decir que la aplicación móvil cumple satisfactoriamente con los requisitos funcionales.

### 4.2.3 EFICIENCIA

Es la relación entre las prestaciones del software y los requisitos necesarios para su utilización. Indicada por los tiempos de uso y recursos utilizados.

Se definieron cuatro preguntas mostradas en la tabla 4.10, para evaluar la eficiencia de la aplicación y se pondero con valores de 0 – 100.

Nro.	Factores a Evaluar	Cantidad
1	¿El tiempo promedio de respuestas a las consultas es adecuado?	90

2	Tiene rendimiento de acuerdo a los factores que utiliza	92
3	Brinda respuesta adecuadas a las consultas dadas	98
	<b>Promedio</b>	<b>93.33</b>

**Tabla 4.10.-** Factores de Eficiencia  
**Fuente:** [Elaboración propia]

Se brinda una eficiencia de 93.33 % con la aplicación móvil.

#### 4.2.4 CONFIABILIDAD (FIABILIDAD)

Es la capacidad del software de mantener las prestaciones requeridas del sistema, durante un tiempo establecido y bajo un conjunto de condiciones definidas. También Pressman define como: “Probabilidad de operación libre de fallos de un programa de computadora en un entorno determinado y en un tiempo específico”.

Una medida de confiabilidad es el tiempo medio entre fallos:

$$TMEF = TMDF + TMDR$$

Donde:

**TMEF** – Tiempo medio entre fallos

**TMDF** – Tiempo medio de fallo

**TMDR** – Tiempo medio de reparación

Reemplazando valores:

$$TMEF = 6 \text{ hrs de trabajo} + 0.5 \text{ hrs de reparacion} = 6.5 \text{ horas}$$

Medida de disponibilidad de la aplicación, que será la probabilidad de que la aplicación funcione de acuerdo a los requisitos dados en un momento determinado.

$$Disponibilidad = \frac{TMDF}{TMDF + TMDR} = \frac{6 \text{ hrs}}{6 \text{ hrs} + 0.5 \text{ hrs}} = 0.9230$$

Finalmente se obtiene una confiabilidad de 92.30 %.

#### 4.2.5 MANTENIBILIDAD

Es el esfuerzo necesario para adaptarse a las nuevas especificaciones y requisitos del software. No existe forma de medir directamente la facilidad de mantenimiento, Pressman sugiere medidas indirectas para medir el grado de mantenibilidad.

Para que se pueda realizar una modificación sin alterar la funcionabilidad de la aplicación se tiene q tomar los siguientes puntos: Facilidad de Análisis, Facilidad de Cambio, Estabilidad y Facilidad de prueba. Además de que el desarrollador debe realizarse una serie de preguntas descritas en la tabla 4.11.

Nro.	Factores de ajustes	Valor
1	Se pueden identificar las partes que deben ser modificadas.	90
2	Existe facilidad de realizar cambios.	85
3	Es fácil analizar un fallo de error	85
4	Los cambios mejoran la facilidad de pruebas.	95
5	Los cambios permiten una mejor estabilidad.	95
	<b>Promedio</b>	<b>90</b>

**Tabla 4.11.-** Factores de Mantenibilidad

**Fuente:** [Elaboración propia]

Se tiene un 90% de mantenibilidad de software, lo que quiere decir que un desarrollador en dispositivos móviles puede realizar cambios en el código y estructura interna y externa de la aplicación desarrollada.

#### 4.2.6 TRANSPORTABILIDAD

Definida como la capacidad del software ser transferido de un entorno a otro. Toma en cuenta los siguientes puntos: Adaptabilidad, Instalabilidad, Coexistencia y capacidad para ser reemplazable. Además de los requerimientos de Software y Hardware para ser transportado.

Nro.	Factores de ajustes	Valor
1	Fácil de identificar el instalador .apk de la aplicación	95
2	Puede ser transferido de un dispositivo móvil a otro	95
3	Necesita Requerimiento de SW y HW	85
4	Se brinda ayuda para la instalación	90
	<b>Promedio</b>	<b>91.2</b>

**Tabla 4.12.-** Factores de Transportabilidad

**Fuente:** [Elaboración propia]

Así la aplicación móvil tiene 91.2% de poder ser transferido e instalado en más de un dispositivo móvil a otro, sin tener dificultades de adaptabilidad o reinstalación.

### **RESULTADO DE LOS ASPECTOS DE CALIDAD**

El aspecto de calidad está relacionado directamente con el grado de satisfacción del usuario.

Lo cual la tabla 4.13 muestra el resultado de calidad de la aplicación móvil.

CARACTERÍSTICAS ISO-9126	RESULTADOS
- Usabilidad	94.16%
- Funcionalidad	87.40%
- Eficiencia	93.33%
- Confiabilidad	92.30%
- Mantenibilidad	90.00%
- Transportabilidad	91.20%
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>91.39%</b>

**Tabla 4.13.-** Resultado del aspecto de calidad

**Fuente:** [Elaboración propia]

### 4.3 ASPECTOS DEL SOFTWARE EDUCATIVO

Abud (2005), propone una escala para criterios binarios y multinivel en la que se asigna 40% para el aspecto pedagógico, 36% para la interfaz humano-computadora, 12% para el contenido y 12% para el aspecto técnico. Por último se establece una escala de aceptabilidad que van del 0 a 3, basada también en los rangos de satisfacción que establece el estándar ISO 9126.

Nivel de calidad	Puntaje	Equivalencia
0	$u_k = 0$	Ausencia de calidad
1	$u_k = 70$	Calidad regular
2	$u_k = 90$	Calidad aceptable
3	$u_k = 100$	Calidad excelente

**Tabla 4.14.-** Niveles de calidad para software educativo  
Fuente: [Abud, 2005]

Nivel de calidad	Categoría	Puntaje
0	<i>mal</i>	0 - 50
1	<i>Regular</i>	50 - 70
2	<i>Bien</i>	70 - 90
3	<i>Excelente</i>	90 - 100

**Tabla 4.15.-** Nivel de Aceptabilidad de los valores de preferencia  
Fuente: [Abud, 2005]

Para el cálculo de la calidad global, se utilizó el modelo de atributos múltiples:

$$U = [\sum_{k=1}^n w_k u_k]/100 \quad (*)$$

Donde:

U es la calidad global.

$w_k$ , es el peso para el factor de calidad.

$u_k$ , es el puntaje obtenido para la alternativa k

Una vez establecidos los aspectos relevantes para la evaluación del software educativo, se estableció una escala de aceptación basada en los rangos de satisfacción del estándar ISO9126.

Aspecto	Factor	Atributo	Peso y criterio
<b>Pedagógico</b> <b>40%</b>	Facilidad de uso	Facilidad de Aprendizaje.	4 Binario
		Diversidades en las actividades propuestas.	4 Binario
		Actividades adecuadas para reforzar el aprendizaje.	4 Multinivel
		Actividades motivadoras para el alumno.	4 Binario
		Existe relación con lo que el profesor enseña	4 Binario
	Funcionalidad	Seguridad del alcance de los objetivos educativos.	4 Binario
		Manejo automático del historial académico.	4 Binario

**Tabla 4.16.-** Métricas para calidad del software educativo en el aspecto pedagógico

**Fuente:** [Elaboración propia]

Tomando en cuenta  $w_k = 90$ , y el resultado total de los aspectos de calidad reemplazamos en la ecuación (\*).

$$U = \frac{90 * 91.39}{100}$$

$$U = 82.25$$

Finalmente podemos decir que la Calidad Global del software educativo se encuentra en el rango.

$$70 < U = 82.25 < 90$$

Por lo que se encuentra en la categoría “**Bien**”, siendo una categoría óptima para la calidad de la aplicación móvil educativo “El Aparato Circulatorio”



## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO**

## **5.1 ESTIMACIÓN DE COSTO**

La estimación de costo para el desarrollo de software es un factor muy importante en el análisis de los proyectos informáticos, constituye un tema estratégico contar con indicadores para medir el costo de los mismos, garantizando la eficiencia, excelencia, calidad y la competitividad. El análisis de costo es el proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo el trabajo o proyecto eficientemente.

En la actualidad existen un conjunto de métricas que no se utilizan, y que pueden ser aplicables a cualquier tipo de proyecto de software para calcular el costo de los mismos.

### **5.1.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COSTO DE SOFTWARE**

Se hace una estimación durante el estudio preliminar del problema y se revisa durante el análisis de factibilidad del proyecto. Una estimación mejorada se presenta durante las especificaciones del software y la estimación final durante la revisión del diseño.

Los factores que principalmente afectan el costo del software son:

- Capacidad del Programador
- Complejidad del Producto
- Tamaño del Programa
- Tiempo Disponible
- Confiabilidad Requerida

## **5.2 CALCULO DE COSTO MEDIANTE COCOMO II**

COCOMO II (Constructive Cost Model), surge como una alternativa para incluir componentes de incerteza en las estimaciones conforme al nivel de información disponible. Este es un modelo paramétrico que establece ecuaciones matemáticas para describir las relaciones entre el tamaño del software

- Factor primario de costo representado en términos de puntos de función.
- Factores secundarios, buscan capturar particularidades de producto, proceso, persona y plataforma. Denominados Cost Drivers.

El nuevo modelo incorporado en el año 1990, tiene características de los modelos COCOMO 81 y Ada COCOMO. EL modelo COCOMO II, post-arquitectura cubre el actual desarrollo y mantenimiento de un producto de software. En esta etapa de ciclo de vida procede más a un costo efectivo.

Está compuesto por tres modelos denominados

- Composición de Aplicación
- Diseño Temprano
- Post – Arquitectura

Estos surgen en respuesta a la diversidad del mercado actual y futuro de desarrollo de software.

Esfuerzo.- Es necesario estimar el esfuerzo para concretar el proyecto de desarrollo, se expresa en meses/personas (PM). La ecuación matemática está representada por:

$$PM = \frac{NOP}{PROD}$$

Donde:

- NOP (Nuevos puntos objeto): Tamaño del nuevo software a desarrollar. Se calcula mediante:

$$NOP = \frac{OP * (100 - \%REUSO)}{100}$$

- OP (Puntos Objeto), Tamaño del software.
- %reuso, Porcentaje de reuso que se espera lograr en el proyecto.
- PROD. Es la productividad promedio determinada a partir del análisis de datos de proyectos en (Banker, 1994).

Experiencia y capacidad de los desarrolladores	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Madurez y capacidad del ICASE	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
PROD	4	7	13	25	50

**Tabla 5.1.-** Productividad para el modelo Composición de Aplicación  
**Fuente:** [Boehm, 1995]

### 5.2.1 MODELOS DE DISEÑO TEMPRANO

El modelo de diseño temprano ajusta el esfuerzo nominal usando siete factores de costo. La fórmula está dada por:

$$PM_{estimado} = PM_{normal} * \prod_{i=1}^7 EM_i$$

$$PM_{normal} = A * (KSLOC)^B \quad i)$$

Donde:

- $PM_{estimado}$ , es el esfuerzo Nominal por 7 factores.
- KSLOC, es el tamaño del software expresado en líneas de código fuente.
- A, es una constante que captura los efectos lineales sobre el esfuerzo de acuerdo a la variación (A=2.94)
- B, es el factor exponencial de escala.
- $EM_i$  corresponde a los factores de costo que tiene un efecto multiplicativo sobre el esfuerzo.

#### Variable de tamaño

$$Tamaño = [1 + BRAK/100] \quad ii)$$

COCOMO II, utiliza un porcentaje de Rotura BRACK, para ajustar el tamaño eficaz del producto, se incluye en la calibración de datos.

Representaremos la variable tamaño por punto función calculado en el capítulo anterior

PF = 202.5, ajustada.

$$SLOC = 202.5 * 29 = 5872.5$$

Haciendo conversión tenemos:

$$KSLOC = 5872.5 / 1000 = 5.875$$

**Estimación del factor exponencial de escala B.**

$$B = 0.91 + 0.01 * \sum_{j=1}^5 SF_j \quad \text{iii)}$$

Donde:

SF, es el factor de escalamiento (exponencial de escala)

<b>Factor de Escala</b>	<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Nominal</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Extra Alto</b>
<b>PREC</b> Desarrollo previos similares	6.20 Totalmente diferente	4.96 Muy diferente	3.72 Aspectos novedosos	2.46 Bastante parecido	1.24 Muy diferente	0.00 Nuevo desarrollo es idéntico a previos
<b>FLEX</b> Flexibilidad en el proceso desarrollo en relación con los requerimientos	5.07 Riguroso	4.05 Flexibilidad ocasional	3.04 Cierta flexibilidad	2.03 Acuerdo general	1.01 Cierto acuerdo	0.00 Metas son generales
<b>RESL</b> Manejo de riesgos de arquitectura	7.07	5.65	4.24	2.83	1.41	0.00

**Tabla 5.2.-** Factores de escalamiento SF.

**Fuente:** [Aplicaciones de Ingeniería de Software, 2009]

## Manejo De Escalamiento SF. RESL Manejo de riesgos de arquitectura

<b>Factor de Escala</b>	<b>Valor</b>	<b>Descripcion</b>
<b>Muy bajo</b>	7.07	Plan no identifica los riesgos críticos, calendario y presupuesto no toma en cuenta los riesgos, arquitectura puede tomarse hasta el 5% del esfuerzo de desarrollo, hay problemas con la disponibilidad del arquitecto (disp. menor del 20%), herramientas no disponibles para resolver/mitigar riesgos y verificar especificas. de la arquitectura, extrema incertidumbre entrega, interfaz con usuario, tecnología, desempeño, más de 10 riesgos críticos.
<b>Bajo</b>	5.65	Plan identifica pocos riesgos críticos y establece hitos para resolverlos, calendario y presupuesto toma en cuenta pocos riesgos, arquitectura puede tomarse hasta el 10% del esfuerzo de desarrollo, hay problemas con la disponibilidad del arquitecto (disp. menor al 40%), significativa incertidumbre entrega, interfaz con usuario, tecnología, desempeño, entre 5-10 riesgos críticos
<b>Nominal</b>	4.24	Plan identifica algunos de los riesgos críticos y establece hitos para resolverlos, calendario y presupuesto toma en cuenta algunos de los riesgos, arquitectura puede tomarse hasta el 17% del esfuerzo de desarrollo, hay problemas con la disponibilidad del arquitecto, desempeño, entre 2-4 riesgos críticos.
<b>Alto</b>	2.83	Plan identifica muchos de los riesgos críticos y establece hitos para resolverlos, calendario y presupuesto generalmente toma en cuenta riesgos, arquitectura puede tomarse hasta el 25% del esfuerzo de desarrollo, no más de un riesgo crítico.
<b>Muy alto</b>	1.41	Plan identifica la mayoría de los riesgos críticos y establece hitos para resolverlos, calendario y presupuesto toma en cuenta la mayoría de los riesgos, arquitectura puede tomarse hasta el 33% del esfuerzo de desarrollo, , riesgos no son críticos.
<b>Extra Alto</b>	0.00	Plan identifica todos los riesgos críticos y establece hitos para resolverlos, calendario y presupuesto toma en cuenta riesgos, arquitectura puede tomarse hasta el 40% del esfuerzo de desarrollo, riesgos no son críticos

**Tabla 5.3.-** Factores de escalamiento SF. RESL, manejo de riesgos

**Fuente:** [Aplicaciones de Ingeniería de Software, 2009]

## Factores De Escalamiento Del Exponente SF

FACTOR DE ESCALA	Muy bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy alto	Extra alto
<b>PTMA</b> Nivel de Madurez esperada	7.80 Nivel 1, inferior	6.24 Nivel1, Superior	4.68 Nivel 2	3.12 Nivel 3	1.56 Nivel 4	0.00 Nivel 5

**Tabla 5.4.-** Factores de escalamiento del exponente SF.

**Fuente:** [Aplicaciones de Ingeniería de Software, 2009]

Con los valores del factor de escala reemplazamos en la ecuación iii)

$$B = 0.91 + 0.01 * (6.20 + 5.07 + 7.0 + 5.48 + 7.80)$$

$$B = 0.91 + 0.01 * (31.55)$$

$$B = 1.22$$

## Conversión de puntos función a líneas de Código Fuente (SLOC)

Lenguaje	SLOC/ Pto. Función
Ada	71
Al Shell	49
APL	32
Assembler	320
Assembler (macro).	213
ANSI/Quick/Turbo Basic.	64
Basic - Compilado	91
Basic – Interpretado	128
C	128
C++	29
ANSI Cobol 85	91
Fortran 77	105
Forth	64

**Tabla 5.6.-** Conversión de UFP a SLOC.

**Fuente:** [Aplicaciones de Ingeniería de Software, 2009]

Calculo del tamaño:

$$\text{Tamaño} = 202.5 * 46/100 = 9.3$$

Para el esfuerzo nominal, reemplazamos en la ecuación i)

$$PM_{normal} = 2.94 * 0.1(9.3)^{1.22}$$

$$PM_{normal} = 4.46 \text{ personas/mes}$$

Duración estimada en meses:

$$D = C * (PM_{normal})^{0.002*B} \text{ donde } C = 3.67$$

$$D = 3.67 * (4.46)^{0.002*1.22}$$

$$D = 3.67 * 1.2$$

$$D = 4.4$$

Es decir que el proyecto tendrá una duración de 4 meses de desarrollo.

Para la cantidad de desarrolladores tenemos:

$$P = PM_{normal} / D$$

$$P = \frac{4.46}{4.4} 1.01$$

Por lo tanto como no existe 1.01 cantidad de desarrolladores, se toma la opción de redondeo, es decir,  $1.01 \approx 1$ , una persona será quien desarrolle la Aplicación Móvil.

### **Estimación del costo.**

Teniendo en cuenta que el salario mínimo de un profesional informático es de 350 a 750 \$us, expresamos este valor en moneda nacional teniendo 2450 a 5250 Bs. Podemos estimar el costo de la aplicación.

$$\text{Costo} = \text{SalarioMinimo}(\bar{x}) * \text{Duracion} * \text{NumPersonas}$$

$$\text{Costo} = 3850 * 4 * 1$$

Costo Total de la Aplicación:

$$\text{Costo} = 15400 \text{ BS}$$

## Beneficio

El beneficio se tratara en términos de Aprendizaje – Estudiante. Y el costo definido anteriormente por costo de la aplicación.

Prácticamente el beneficio del uso de la aplicación en los estudiantes, brindara indirectamente un beneficio al aprendizaje de la materia de Biogeografía, en si es el cumplimiento del objetivo que se planteó en el Capítulo uno. La aceptación de la aplicación móvil dependerá de la calidad con la que se desarrolló.

Con el resultado de la tabla 4.2 (página 80), se obtuvo un 94.16% de Aceptabilidad, relacionando con el costo del proyecto se tiene:

Para costo beneficio se realizara una tasa de descuento del 12% ( $i=0.12$ ), puesto que es el interés de préstamos en las unidad financieras.

$$\text{CostoBeneficio} = \frac{\bar{x}}{\text{CostoNeto}} * 100 = \frac{94.16}{13552} * 100$$

$$\text{Costo beneficio} = 0.6948$$

Es decir que por cada boliviano invertido en la aplicación, abra 7 de cada 10 estudiantes tendrán un mejor aprendizaje en aulas.



## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

Por medio del Proyecto de Grado propuesto “El Aparato Circulatorio”, el cual está formado básicamente por dos módulos: Modulo Principal y Modulo de Realidad Aumentada. Se implementó para el Colegio Técnico Humanístico Eufrasio Ibáñez R. como medio educativo de enseñanza. Se logró alcanzar el objetivo principal planteado.

Concluyendo lo siguiente:

- ❖ El uso de la Realidad Aumentada mediante plataformas móviles para el aprendizaje del Aparato Circulatorio en el área de Biología, brinda gran efectividad como herramienta didáctica educativa para los alumnos del 3ro de Secundaria.
- ❖ Se pudo observar una gran aceptación por parte de los estudiantes y profesores del área. Incentivando más al aprendizaje y enseñanza. También haciéndoles conocer el buen uso que se le puede dar a los dispositivos móviles sin distraerse con las redes sociales y otros.
- ❖ La utilización de modelos 3D y sus respectivas animaciones de los componentes que forman el Aparato Circulatorio del cuerpo humano, evaluados con criterios pedagógicos; hace que la aplicación sea más vistoso e interactivo para el aprendizaje.
- ❖ Con el uso de esta nueva herramienta educativa, la dirección del establecimiento educativo opto por un mejor uso de los ambientes y los materiales que dispone el colegio.
- ❖ La refactorización de las metodologías Mobile D y ME ISE, para la aplicación móvil educativo fue ideal en el desarrollo destinado a los estudiantes y profesores por las características que ambos brindan al desarrollo de software y así mismo dando soluciones educativas.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Con el fin de buscar siempre el mejoramiento de la aplicación se brinda las siguientes recomendaciones:

- ❖ La aplicación no tendrá problemas en dispositivos móviles con Sistema Operativo Android desde la versión 2.3.2, y con buena resolución de cámara.
- ❖ Es posible instalar la aplicación móvil en las computadoras Quas brindadas por el Gobierno del Presidente Evo Morales. Mediante un emulador de dispositivos Android como BlueStacks u otros. Y así no hacer un mal uso de celulares.
- ❖ Se recomienda que los estudiantes trabajen con la aplicación conjuntamente con los profesores a cargo para un uso responsable.
- ❖ Se recomienda que exista copias de los marcadores ya que si no se cuenta con este, no se podrá ingresar al módulo de realidad aumentada.
- ❖ Se recomienda ver la interfaz de ayuda para un mejor entendimiento de la aplicación, donde se muestra los pasos para un mejor uso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ana Mocholí. Periodista apasionada de las nuevas tecnologías y especializada en el sector Mobile. Responsable de comunicación y de contenidos digitales en Yeeply.. Sitio web:  
  
<https://www.yeeply.com/blog/potencial-de-la-realidad-aumentada-desarrollo-de-aplicaciones-educativas/>  
  
<https://www.yeeply.com/blog/desarrollo-de-juegos-con-unity-3d/>
  - “El potencial de la Realidad Aumentada: desarrollo de aplicaciones educativas”
  - “Claves y herramientas para desarrollar aplicaciones móviles de Realidad Aumentada”
  - “Desarrollo de juegos con Unity 3D ¿Cómo funciona esta herramienta?”
- Antonieta Abud Figueroa (2005), MECSE, Conjunto de métricas para Evaluar software educativo.
- America – Learning & Media (Tendencia – innovación- Tecnología - Cultura)  
“Realidad Aumentada –imparto en la formación” sitio web:  
<http://www.americlearningmedia.com/edicion-005/63-tendencias/246-realidad-aumentada-su-impacto-en-la-formacion>
- Arteaga, (2008), Diseño de espacios interactivos tridimensionales a travez de la internet, aplicando realidad virtual inversiva (Tesis de Grado). La Paz – Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés – Informática.
- Center for Software Engineering USC (1995 - 2000), COCOMO II Model Definition Manual Version 2.1.
- Corinne Wallshein (2009), Software Sizing Lines of Code and Beyond. U.S Air Force – Air Force Cost Analysis Agency.
- EcuRed – Conocimiento con todos y para todos (2015), COCOMO II.
- Educacontic – El uso de las tic´s en aulas. “Realidad Aumentada y Educación” sitio web:  
<http://www.educacontic.es/blog/realidad-aumentada-y-educacion>

- Editorial Santillana (2011), Biología 3ro de Secundaria, edición María Eugenia Soux
- Fattocs. Estimación de proyectos de software con COCOMO II: La métrica inmersa en modelo de costos.
- Galvis, A. (1992). Ingeniería de software educativo. Colombia, Santa fe de Bogotá: Ediciones Uniandes.
- García Ramo (1999), Aparato Circulatorio sitio web: <http://www.aplicaciones.info/naturales/natura18.htm>
- Gonzales, J. (Tutor). (2011). Realidad Aumentada [Videotutorial]. España: Video2Brain.
- Gómez David A. (2009), ISO 9126 sitio web: <http://alejandrogomeziso.blogspot.com/>
- Hans. LeRoy. Esquema de Evaluación de Software Educativo. Sitio web <http://home.tiscalinet.be/hanslr/evalsed.htm>.
- Ingeniería de software I (2010), Capitulo IV. Estimación y planificación temporal del proyecto de software.
- Mendoza Gonzalo M. (2006), ISO 9126-3: Métricas internas de la calidad del producto de software.
- Mercadotecnia publicidad medios “¿Quieres hacer Realidad Aumentada? Aquí está todo lo que necesitas” sitio web: <http://www.merca20.com/quieres-hacer-realidad-aumentada-aqui-esta-todo-lo-que-necesitas/>
- Murillo F.J y Fernandez M.J (2002), Software Educativo. Algunos criterios para su evaluación, Infodidac, 18, 8-12
- Paco Blanco Julio (2009), Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles Introducción al desarrollo Android y el iPhone. Universidad Politécnica de Madrid.
- Pressman R (1993), Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. Mc Graw Hill
- Rodríguez, Benjamin (2005). INTEGRACIÓN, Órgano oficial de la comunidad educativa del colegio Técnico Humanístico “Eufrasio Ibáñez”, Segunda Edición

- Yhon D. Amaya Balguera (2013), Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual

### **PAGINAS CONSULTADAS**

- Página oficial de OpenGL (sf). Recuperado de: <http://www.khronos.org/opengles>
- Página oficial de Vuforia (s.f.). Recuperado de <https://developer.vuforia.com>
- Página oficial de Blender (s.f.). Recuperado de <https://www.blender.org>
- Cantidad de teléfonos celulares supera población de Bolivia (2013). Recuperado de <http://www.datos-bo.com/Bolivia/Sociedad/Cantidad-de-telefonos-celulares-supera-poblacion-de-Bolivia>





# DOCUMENTACIÓN

