

# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

## CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



## TESIS DE GRADO

APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA  
ORIENTADA AL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE  
CASO: (CARRERA ODONTOLOGÍA)

Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas

**MENCIÓN: INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES**

**POSTULANTE** YHARA BELEN SILVA GUZMÁN

LEYDA SALET TICONA FLORES

**TUTOR METODOLÓGICO** M. Sc. ING. ENRIQUE FLORES BALTAZAR

**TUTOR ESPECIALISTA** ING. ELÍAS CARLOS HIDALGO MAMANI

**TUTOR REVISOR** ING. FANNY HELEN PÉREZ MAMANI

EL ALTO – BOLIVIA  
2020

**DEDICATORIA**

*Dedicalles con mucho cariño esté presente trabajo a mis padres Yovana y German por enseñarme el camino hacia la superación, a mis hermanos por estar a mi lado y a mi mejor amigo Ruben por apoyarme incondicionalmente en cada paso.*

**Yhara Belen Silva Guzmán**

*Dedicarle a mi mamá Martha por el apoyo y comprensión sin la cual no llegaría a donde estoy.  
A mi hermana Marisel por ser mi ejemplo a seguir y mi hermano Gabriel por alentarme siempre.*

**Leyda Salet Ticona Flores**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por la fuerza y coraje a lo largo de este viaje.

Agradecer al tutor metodológico M. Sc. Enrique Flores por toda su colaboración y comprensión a lo largo de la elaboración del presente documento.

Agradecer por la tutoría de la Ing. Fanny Pérez, por sus indicaciones y guía para la preparación del presente documento.

Agradecer al Ing. Elías Hidalgo por su consejo, opiniones y por el tiempo invertido en la realización del presente trabajo.

Agradecer a la Universidad Pública de El Alto por darnos la oportunidad de ampliar y desarrollar nuestras habilidades.

Agradecer a nuestros padres por la confianza, acompañarnos y brindarnos apoyo en todos estos años de estudio y durante toda nuestra vida. También a nuestros hermanos por alentarnos y su continuo apoyo.

**Yhara Belen Silva Guzmán**

**Leyda Salet Ticona Flores**

## RESUMEN

La sociedad cambia constantemente y avanza, actualmente nos encontramos en la era digital en donde vemos que la tecnología se usa para diferentes áreas, a esto llegamos al uso de la realidad aumentada el cual permite sobreponer información visual sobre el mundo real.

Esta tesis de grado consiste en la elaboración e implementación de una aplicación de realidad aumentada como herramienta orientada al proceso de enseñanza y aprendizaje, enfocada a la educación y enseñanza.

El presente trabajo de investigación comienza con el estudio del tema, siendo así se plantearon los objetivos a cumplir, los problemas con los que se encontró la carrera de Odontología. También se describe de forma detallada y resumida todas las teorías empleadas en la aplicación.

La creación de la aplicación de realidad aumentada orientada como herramienta permitió mejorar la enseñanza y aprendizaje, haciendo que al interactuar con los objetos 3D se pueda motivar el aprendizaje y reforzar los conocimientos de los estudiantes, implementando el uso de metodologías para la investigación y el desarrollo de la metodología XP, creando objetos 3D en Blender, usando Unity para crear escenarios en función de cartillas que fueron diseñadas en base a los libros de las materias de anatomía humana y embriología, con las que los docentes presentaban más problemas al desglosar la información.

Los resultados obtenidos fueron exitosos siendo así que les gusto la aplicación a los doctores con los que se trabajó y el interés y aceptación del usuario. Eso nos demuestra que es posible integrar más herramientas de realidad aumentada orientada a la enseñanza y aprendizaje.

**Palabras clave:** Realidad aumentada, aplicación móvil.

## ABSTRACT

Society constantly changes and advances, we are currently in the digital age where we see that technology is used for different areas, to this we come to the use of augmented reality which allows superimposing visual information on the real world.

This degree thesis consists of the elaboration and implementation of an augmented reality application as a tool oriented to the teaching and learning process, focused on education and teaching.

This research work begins with the study of the subject, being thus the objectives to be met, the problems with which the career of Dentistry was found. All the theories used in the application are also described in detail and summarized.

The creation of the augmented reality application oriented as a tool allowed to improve teaching and learning, making it possible to motivate learning and reinforce the knowledge of students by interacting with 3D objects, implementing the use of methodologies for research and development of the XP methodology, creating 3D objects in Blender, using Unity to create scenarios based on primers that were designed based on books on the subjects of human anatomy and embryology, with which teachers had more problems breaking down the information.

The results obtained were successful, so the doctors who worked with liked the application and the interest and acceptance of the user. This shows us that it is possible to integrate more augmented reality tools oriented to teaching and learning.

**Key words:** Augmented reality, mobile application.

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I

<b>MARCO INTRODUCTORIO</b> .....	1
<b>1.1. Introducción</b> .....	2
<b>1.2. Antecedentes</b> .....	3
<b>1.2.1. Antecedentes de la Institución</b> .....	3
<b>1.2.2. Antecedentes afines al trabajo de grado</b> .....	4
<b>1.3. Planteamiento del Problema</b> .....	6
<b>1.3.1. Problema Principal</b> .....	6
<b>1.3.2. Problema Secundarios</b> .....	7
<b>1.3.3. Formulación del Problema</b> .....	8
<b>1.4. Objetivos</b> .....	8
<b>1.4.1. Objetivo general</b> .....	8
<b>1.4.2. Objetivos específicos</b> .....	8
<b>1.5. Hipótesis</b> .....	9
<b>1.5.1. Identificación de variables - Operalización de variables</b> .....	9
<b>1.5.2. Conceptualización de variables</b> .....	10
<b>1.6. Justificación</b> .....	10
<b>1.6.1. Justificación científica</b> .....	10
<b>1.6.2. Justificación técnica</b> .....	11

1.6.3. Justificación social.....	11
1.6.4. Justificación económica .....	11
1.7. Metodología .....	12
1.7.1. Método científico .....	12
1.7.2. Técnicas de investigación.....	12
1.7.3. Metodología de desarrollo ágil XP.....	13
1.7.4. Métrica de calidad QSOS .....	13
1.7.5. Costos.....	14
1.8. Herramientas.....	14
1.9. Límites, alcances y aportes.....	17
1.9.1. Límites .....	17
1.9.2. Alcances.....	18
1.9.3. Aportes .....	18
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1. Introducción .....	20
2.2. Carrera de Odontología .....	20
2.2.1. Visión .....	20
2.2.2. Misión.....	21
2.2.3. Malla curricular .....	21

2.2.4. Plantel docente.....	21
2.2.5. Paralelos .....	22
2.3. Aprendizaje .....	22
2.4. Enseñanza .....	23
2.5. Proceso de Enseñanza y aprendizaje.....	24
2.5.1. Proceso de enseñanza .....	24
2.5.2. Proceso de aprendizaje .....	24
2.6. Material Pedagógico .....	25
2.7. Material Didáctico .....	25
2.8. Material Lúdico.....	27
2.9. Realidad Aumentada .....	28
2.9.1. Característica.....	29
2.9.2. Tipos .....	30
2.9.3. Niveles.....	32
2.9.4. Aplicaciones .....	34
2.9.5. Elementos .....	35
2.10. Realidad Aumentada en la Educación .....	36
2.11. Aplicación .....	38
2.12. Aplicación móvil.....	38
2.13. Ingeniería de software .....	39



2.13.1.	Capas.....	39
2.13.2.	Proceso .....	40
2.13.3.	Métodos.....	40
2.13.4.	Herramientas .....	40
2.13.5.	Fases.....	41
2.13.6.	Modelos de Desarrollo del software .....	43
2.13.7.	Métodos de evaluación .....	43
2.14.	Metodología de Programación Extrema XP.....	44
2.14.1.	Características .....	45
2.14.2.	Etapas .....	47
2.14.2.1.	<i>Planificación</i> .....	47
2.14.2.2.	<i>Diseño</i> .....	49
2.14.2.3.	<i>Codificación</i> .....	50
2.14.2.4.	<i>Pruebas</i> .....	51
2.14.3.	Fases.....	52
2.15.	Métricas de Calidad QSOS .....	53
2.15.1.	Pasos.....	53
2.15.2.	Factores.....	55
2.16.	Costos – COCOMO I.....	57
2.16.1.	Características .....	57

2.16.2.	Modelos.....	58
2.16.3.	Grados.....	59
2.16.4.	Aplicación.....	59

## CAPÍTULO III

MARCO APLICATIVO .....	60
3.1. Introducción .....	61
3.2. Insumos de la Realidad Aumentada.....	61
3.2.1 Planificación de Contenido Educativo .....	61
3.2.2 Contenido de Información.....	62
3.3. Estructura del software Móvil.....	63
3.3.1. Diagrama de la arquitectura de la aplicación.....	63
3.4. Diagrama de Flujo .....	64
3.5. Desarrollo mediante Metodología XP.....	64
3.5.1. Integrantes y roles .....	64
3.5.2. Plan de entrega .....	65
3.5.3. Fase de planeación.....	65
3.5.3.1. <i>Primera iteración</i> .....	65
3.5.3.2. <i>Segunda iteración</i> .....	66
3.5.3.3. <i>Tercera iteración</i> .....	67
3.5.3.4. <i>Cronograma por iteración</i> .....	67

3.5.3.5. <i>Tabla de historias de usuario</i> .....	68
3.5.3.6. <i>Tarjetas de tarea</i> .....	69
<b>3.5.4. Fase de diseño</b> .....	<b>70</b>
3.5.4.1. <i>Iconos y pantallas de inicio de aplicación</i> .....	70
3.5.4.2. <i>Interfaz de usuario</i> .....	71
3.5.4.3. <i>Botones de aplicación</i> .....	72
3.5.4.4. <i>Información de pantalla</i> .....	72
3.5.4.5. <i>Reconocimiento de imagen</i> .....	73
<b>3.5.5. Fase de codificación</b> .....	<b>74</b>
3.5.5.1. <i>Primera iteración</i> .....	74
3.5.5.2. <i>Segunda iteración</i> .....	75
3.5.5.3. <i>Tercera iteración (Interacción del Usuario)</i> .....	75
<b>3.6. Implementación de la aplicación móvil</b> .....	<b>79</b>
3.6.1. Fase de pruebas .....	80
3.6.1.1. <i>Pruebas de aceptación</i> .....	80
<b>3.7. Diagrama de casos de uso del sistema</b> .....	<b>82</b>
3.7.1. Descripción de los casos de uso .....	83
<b>3.8. Diagrama de secuencias</b> .....	<b>85</b>

**CAPÍTULO IV**

<b>MÉTRICAS DE CALIDAD Y COSTO</b> .....	<b>86</b>
--	-----------

<b>4.1. Introducción</b> .....	87
<b>4.2. Métricas de calidad QSOS</b> .....	87
<b>4.3. Estimación de Costo - COCOMO</b> .....	90

## **CAPÍTULO V**

<b>PRUEBAS Y RESULTADOS</b> .....	94
<b>5.1. Introducción</b> .....	95
<b>5.2. Pruebas de la Aplicación Móvil</b> .....	95
<b>5.2.1. Pruebas en la Materia de Embriología</b> .....	95
<b>5.2.2. Pruebas en la Materia de Anatomía Humana</b> .....	96
<b>5.2.3. Comparación de promedio de notas Embriología</b> .....	97
<b>5.2.4. Comparación de promedio de notas Anatomía Humana</b> .....	98
<b>5.2.5. Comparación general entre las materias de Embriología y Anatomía Humana</b> .....	98
<b>5.3. Prueba de la Hipótesis</b> .....	99

## **CAPÍTULO VI**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	104
<b>6.1. Conclusiones</b> .....	105
<b>6.2. Recomendaciones</b> .....	106
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	107
<b>ANEXOS</b> .....	123

<b>ANEXO A. ÁRBOL DE PROBLEMAS.....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO B. ÁRBOL DE OBJETIVOS .....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO C: MATRIZ DE CONSISTENCIAS.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXO D: ENTREVISTA .....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXO E: MALLA CURRICULAR CARRERA ODONTOLOGÍA .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO F: HORARIO CARRERA DE ODONTOLOGÍA PRIMER AÑO .....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO G: CONTENIDO TEMÁTICO PARA LA APLICACIÓN.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO H: CARTILLA DE ANATOMÍA HUMANA .....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXO I: CARTILLA DE EMBRIOLOGÍA .....</b>	<b>159</b>
<b>ANEXO J: MODELO DE EVALUACIÓN EMBRIOLOGÍA .....</b>	<b>188</b>
<b>ANEXO K: MODELO DE EVALUACIÓN ANATOMÍA HUMANA .....</b>	<b>190</b>
<b>ANEXO L: AVAL DE METODOLÓGICO .....</b>	<b>193</b>
<b>ANEXO M: AVAL DE ESPECIALISTA .....</b>	<b>194</b>
<b>ANEXO N: AVAL DE REVISOR .....</b>	<b>195</b>
<b>ANEXO O: AVAL DE INSTITUCIÓN .....</b>	<b>196</b>
<b>MANUAL DE USUARIO.....</b>	<b>197</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Identificación y Operalización de variables.....	9
<b>Tabla 2</b> Malla Curricular Primer Año .....	21
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de material didáctico .....	26
<b>Tabla 4</b> Dimensión, criterios y características para el producto QSOS .....	55
<b>Tabla 5</b> Esquema de modos de desarrollo de software .....	58
<b>Tabla 6</b> Valores constantes por modo de desarrollo .....	59
<b>Tabla 7</b> Ecuaciones por tipo de modelo de COCOMO: Básico e intermedio.....	59
<b>Tabla 8</b> Contenido de anatomía humana.....	62
<b>Tabla 9</b> Contenido de Embriología .....	62
<b>Tabla 10</b> Textos de referencia.....	63
<b>Tabla 11</b> Roles XP .....	64
<b>Tabla 12</b> Historial de Usuario N°1 .....	65
<b>Tabla 13</b> Historial de Usuario N°2.....	66
<b>Tabla 14</b> Historial de Usuario N.º 3.....	66
<b>Tabla 15</b> Historial de Usuario N.º 4.....	66
<b>Tabla 16</b> Historial de Usuario N.º 5 .....	67
<b>Tabla 17</b> Historial de Usuario N.º 6.....	67
<b>Tabla 18</b> Historial de usuarios .....	68
<b>Tabla 19</b> Tarjeta de tarea N.º 1.....	69
<b>Tabla 20</b> Tarjeta de tarea N.º 2.....	69
<b>Tabla 21</b> Tarjeta de tarea N° 3.....	69
<b>Tabla 22</b> Tarjeta de tarea N.º 4.....	69

<b>Tabla 23</b> Tarjeta de tarea N.º 5 .....	70
<b>Tabla 24</b> Tarjeta de tarea N.º 6.....	70
<b>Tabla 25</b> Informe de modelo 3D.....	75
<b>Tabla 26</b> C.R.C. #1.....	75
<b>Tabla 27</b> Prueba de aceptación N.º 1 .....	80
<b>Tabla 28</b> Prueba de aceptación N.º 2 .....	80
<b>Tabla 29</b> Prueba de aceptación N.º 3 .....	80
<b>Tabla 30</b> Prueba de aceptación N.º 4 .....	81
<b>Tabla 31</b> Prueba de aceptación N.º 5 .....	81
<b>Tabla 32</b> Prueba de aceptación N.º 6 .....	82
<b>Tabla 33</b> Descripción del caso de uso – Inicia aplicación móvil.....	83
<b>Tabla 34</b> Descripción del caso de uso - Selecciona botón hacia modelo.....	83
<b>Tabla 35</b> Descripción del caso de uso – Abre cámara automática.....	83
<b>Tabla 36</b> Descripción del caso de uso - Reconoce parámetro de imagen .....	84
<b>Tabla 37</b> Descripción del caso de uso – Carga de contenido RA .....	84
<b>Tabla 38</b> Descripción del caso de uso – Muestra modelo.....	84
<b>Tabla 39</b> Licencia Vuforia .....	88
<b>Tabla 40</b> Licencias Unity .....	88
<b>Tabla 41</b> Tarjeta de identificación .....	89
<b>Tabla 42</b> Factor global calidad.....	90
<b>Tabla 43</b> Conteo de líneas de código .....	91
<b>Tabla 44</b> Calculo del esfuerzo.....	92
<b>Tabla 45</b> Calculo del Tiempo.....	92

<b>Tabla 46</b> Calculo del personal.....	93
<b>Tabla 47</b> Especificaciones de la aplicación.....	93
<b>Tabla 48</b> Grupo de Estudiantes A .....	95
<b>Tabla 49</b> Grupo de Estudiantes B .....	96
<b>Tabla 50</b> Grupo de estudiantes A.....	96
<b>Tabla 51</b> Grupo de Estudiantes B .....	97
<b>Tabla 52</b> Promedio total de nota de Embriología .....	98
<b>Tabla 53</b> Promedio total de nota de Embriología .....	98



## TABLA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1 Realidad aumentada en la educación.</b> .....	28
<b>Figura 2.2 Realidad aumentada mediante QR</b> .....	30
<b>Figura 2.3 Realidad Aumentada mediante Markerless</b> .....	31
<b>Figura 2.4 Realidad aumentada mediante marcadores simétricos</b> .....	31
<b>Figura 2.5 Realidad aumentada Hiperenlaces en el mundo físico</b> .....	32
<b>Figura 2.6 Realidad aumentada basada en marcadores</b> .....	33
<b>Figura 2.7 Realidad aumentada sin marcadores</b> .....	34
<b>Figura 2.8 Visión aumentada</b> .....	34
<b>Figura 2.9 Funcionamiento de realidad aumentada</b> .....	36
<b>Figura 2.10 Aplicaciones de realidad aumentada en la educación</b> .....	37
<b>Figura 2.11 Aplicación de realidad aumentada learnAR</b> .....	37
<b>Figura 2.12 Proyecto LibreGeosocial</b> .....	38
<b>Figura 2.13 Capas de ingeniería de software</b> .....	39
<b>Figura 2.14 Fases de Diseño de Software</b> .....	41
<b>Figura 2.15 Características de Metodología Programación Extrema (XP)</b> .....	45
<b>Figura 2.16 Etapas de Metodología de Programación Extrema</b> .....	47
<b>Figura 3.1 Arquitectura de Aplicación de Realidad Aumentada</b> .....	63
<b>Figura 3.2 Diagrama de Aplicación de Realidad Aumentada</b> .....	64
<b>Figura 3.3 Cronograma de iteraciones</b> .....	68
<b>Figura 3.4 Logotipo de aplicación</b> .....	71
<b>Figura 3.5 Pantalla de inicio prototipo</b> .....	71
<b>Figura 3.6 Botones de aplicación</b> .....	72
<b>Figura 3.7 Pantalla de visión y funcionalidad</b> .....	73

<b>Figura 3.8 Reconocimiento de imagen .....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 3.9 Logo de aplicación e inicio de aplicación .....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 3.10 Vista Unity 3D.....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 3.11 Vista de jerarquía Unity 3D .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 3.12 Vista Recursos Proyecto .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 3.13 Estructura recursos .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 3.14 Barra de inicio .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 3.15 Botones Dirigidos.....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 3.16 Botones Dirigidos.....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 3.17 Botones Dirigidos hacia Animación.....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 3.18 Hueso Frontal 3D. Disco germativo sobre señalador rea, .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 3.19 Hueso Frontal, Disco germativo 3D rotado.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 3.20 Diagrama de Casos de Uso general de la aplicación .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 5.1 Nivel de Significancia.....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 5.2 Tabla de distribución .....</b>	<b>101</b>

**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

**Gráfico 1** *Aprovechamiento comparativo entre Embriología y Anatomía Humana* ..... 98

**Gráfico 2** *Aprovechamiento final comparativo entre Embriología y Anatomía Humana* ..... 99



---

# CAPÍTULO I

## MARCO INTRODUCTORIO

---



## 1.1. Introducción

La Realidad Aumentada:

Es una tecnología reciente que está centrando el interés de expertos de diferentes áreas. En los últimos meses el uso de la Realidad Aumentada es todo un hecho, como así lo demuestran el número de aplicaciones que han surgido, el aumento del número de empresas de base tecnológica dedicadas al desarrollo de las mismas. La Realidad Aumentada consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual (o avatares) a la información física ya existente, es decir, aumentan la información real con información virtual generada por ordenador (Lippenholtz, 2008, p.75).

Opinión (2018) escribió:

En 2016, vivimos con intensidad los usos de la realidad aumentada, con el lanzamiento de Pokemon Go que sacó a las calles a millones de usuarios. La realidad virtual evolucionó y se empezaron a vender los cascos de forma masiva y no solo para videojuegos, también para uso educativo y el tratamiento de fobias. En los próximos años, se estima que esta novedad tecnológica cambie el lenguaje cinematográfico. El relato sería en 360 grados y se sumarán dispositivos que incorporen sensores para el tacto, olfato.

La realidad aumentada en los últimos tiempos fue creciendo por la forma didáctica y las diferentes maneras de implementación como ser juegos, educación y otros. Cada día nos vamos adaptando a la realidad aumentada gracias a la tecnología que fue creciendo con los dispositivos portátiles (tabletas y celulares inteligentes) y estos dispositivos son capaces de aguantar el software de realidad aumentada.

Con el modelado, diseño y desarrollo de la aplicación de realidad aumentada, se pretende utilizar cartillas en base a los textos temáticos en la Carrera de Odontología, convirtiéndose en una herramienta con la capacidad de apoyar al proceso de enseñanza y aprendizaje, utilizando herramientas como la metodología XP para su desarrollo, para su elaboración se utilizó principalmente Blender, Vuforia, Unity, evaluando bajo la métrica de calidad QSOS y aplicación del modelo de costo COCOMO I.

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Antecedentes de la Institución**

La carrera de Odontología de la “Universidad Pública de El Alto”, situada en la Ciudad de El Alto, se dedica al estudio del cuerpo humano haciendo énfasis en el estudio dental además de brindar servicios externos como ser extracción de dientes, curaciones, prótesis dental y rayos X.

La Carrera de Odontología de la Universidad Pública de El Alto tiene como misión, la formación de Profesionales Odontólogos Integrales, mediante la investigación científica, interacción social y la extensión universitaria, Profesionales con identidad propia, con alta sensibilidad social, cultural y sólida formación científica, técnica, humanística, holística e igualitaria, capaz de identificar, analizar, comprender y tratar los problemas de salud estomatológica en forma integral de las personas de nuestra comunidad en general, actuando con responsabilidad social y ética profesional.

La Carrera de Odontología es reconocida y acreditada a nivel nacional e internacional, formadora de recursos humanos altamente calificados en el ámbito Odontológico, con alta sensibilidad social, investigadores, innovadores, proactivos, idóneos, involucrados y comprometidos en mejorar la salud estomatológica en forma integral de la población en general manteniéndose como el referente que fortalece al ejercicio de la profesión, tiene dentro sus pilares fundamentales, la formación

mediante la investigación y la extensión de una Odontología integral con alta sensibilidad social y sólida formación científica, técnica, humanística y equidad, capaz de identificar, analizar, comprender y tratar los problemas de salud bucal en forma integral de las personas de nuestra comunidad en General, actuando con responsabilidad social y ética profesional. Respetando el entorno cultural en relación a su salud oral como también integral, haciendo de esto un factor a favor de impartir la prevención, tratamiento de las diferentes patologías orales de nuestra población. (Odontología, 2015).

### **1.2.2. Antecedentes afines al trabajo de grado**

#### **INTERNACIONAL**

Según Oscar Mauricio Buenaventura Baron (2014) en la Universidad de Medellín, en Tesis de Grado “REALIDAD AUMENTADA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN CURSO DE CIENCIAS NATURALES DE ESTUDIANTES DE QUINTO GRADO DE PRIMARIA DE LA INSTITUCIÓN CAMPO VALDÉS” refiere lo siguiente:

Desarrollar una aplicación móvil que implemente técnicas de realidad aumentada como herramienta pedagógica para enseñar el tema La Tierra y Sus Capas del área de Ciencias Naturales en el grado quinto básico de primaria de la Institución Educativa Campo Valdés; se muestra la metodología Proceso Unificado De Rational (RUP); se manejó todas las herramientas de software de ofimática, Google Docs, Start UML, Unity 3D, Mono Develop, Notepad++.

Según Ronald Iván Alcántara Quispe (2017) en la Institución Educativa N° 82016 Santa Teresita, Cajamarca – Perú, en Tesis de Grado “EFECTO DEL USO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE

REALIDAD AUMENTADA EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LAS ESTUDIANTES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 82016 SANTA TERESITA” refiere lo siguiente:

Desarrollar una aplicación móvil de realidad aumentada para mejorar el rendimiento académico de las estudiantes de la Institución Educativa N° 82016 Santa Teresita; se muestra la metodología SCRUM.

Para la creación de la aplicación de realidad aumentada se seleccionan las herramientas: ARToolKit, AndAR, ARToolKitPlus, NyARToolKit, Vuforia, Metaio Mobile SDK, Wikitude SDK, Blender, Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya.

## **NACIONAL**

Según Marina Luque Mamani (2015), en Tesis de Grado “REALIDAD AUMENTADA Y RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES EN EL ÁMBITO EDUCATIVO” refiere lo siguiente:

Reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema universo cósmico, del texto escolar ciencias sociales en estudiantes de sexto grado de primaria, a través del uso de tecnologías, utilizando la realidad aumentada a través del reconocimiento de imagen del texto escolar para la visualización de modelos 3D y la realidad virtual como instrumento para la representación del universo; se muestra la metodología Mobile-D.

Para la creación se seleccionaron las herramientas: SDK, Tracking, Rendering, Vuforia, Qualcomm. Metaio, Layar y Artool Kit.

Según Henry Raúl Chuquimia Hernani (2014), en Tesis de Grado “APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA LÚDICA Y PEDAGÓGICA, ORIENTADA AL PROCESO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE” refiere lo siguiente:



Modelar, diseñar y desarrollar una aplicación de realidad aumentada, capaz de extender las capacidades pedagógicas y lúdicas de material educativo de carácter impreso, orientado a mejorar el proceso enseñanza – aprendizaje en la educación; se muestra la metodología XP.

Para la creación de la aplicación se seleccionaron las herramientas: GIMP Ver. 2.8.14, Unity 3d ver. 4.5.3f3, Blender ver. 2.71, Mono Develop ver. 4.0.1, Sublime Text ver. 2.0.2, Vuforia Unity Android-ios ver. 3.0.9, Total Video Converter ver. 4..2.3.5220, Balsamo Mockups ver. 2.2.3.

### **1.3. Planteamiento del Problema**

#### **1.3.1. Problema Principal**

Hoy en día el uso de aparatos electrónicos inteligentes deja atrás de sobre manera la utilización de documentación impresa provocando el abandono del estudio repetitivo.

Actualmente la enseñanza de la Carrera de Odontología en las materias de Anatomía Humana y Embriología, como usualmente se conoce, se limita al avance teórico poco productivo al impartir clases, los estudiantes no proporcionan la atención suficiente, dando paso a buscar nuevas estrategias de enseñanza.

Según García, Reyes y Godínez (2017):

En un proceso de enseñanza-aprendizaje juegan un papel importante las tecnologías de la información y comunicación como apoyo en la interacción con actividades didácticas que integran lo visual, novedoso e interactivo; incentiva el uso de aplicaciones, plataformas y redes sociales; promueve nuevas formas de enseñanza; facilita la búsqueda de información y comunicación, el desarrollo de actividades prácticas del quehacer docente como las

videoconferencias, las cuales constituyen un servicio que permite poner en contacto a un grupo de personas mediante sesiones interactivas para que puedan ver y escuchar una conferencia.

Los estudiantes deberán, entonces, transitar en un entorno de basta información, donde deberán ser capaces de analizar, tomar decisiones y dominar nuevos ámbitos del conocimiento en una sociedad cada vez más tecnológica. En este contexto, el aprendizaje es permanente, en colaboración con otros individuos utilizando las diferentes tecnologías de comunicación e información. Para que los estudiantes puedan adquirir conocimientos y habilidades esenciales para su desarrollo que los haga competentes (p. 5).

Por lo cual resulta contraproducente no incorporar las tecnologías para la información y la comunicación en las carreras universitarias, se concibe el uso de las TIC<sup>1</sup> como herramientas, Willy Castro (2019) expresa: “Las TIC se refiere... al ejercicio gradual sostenido, articulado, dialógico, colectivo y organizado de revisión, y transformación de los planes de estudio“ (párr. 4), por lo cual al crear nuevos entornos educativos para satisfacer las necesidades educacionales las TIC se presentarían como complementos didácticos.

### **1.3.2. Problema Secundarios**

- El proceso de enseñanza del docente que transmite conocimientos de forma monótona y tradicional.
- El progreso tecnológico no integrado en las actividades de la carrera de Odontología.
- El potencial restringido de los gráficos en determinadas materias que reprime a los estudiantes de incitar su imaginación.

---

<sup>1</sup> Tecnologías de Información y Comunicación

- Deficiencia de elementos visuales educativos en estudios complementarios.
- La falta de interacción con el contenido de estudio por parte de los estudiantes.
- La escasez de uso de las tecnologías de información y comunicación como herramientas de transmisión para la educación.

### **1.3.3. Formulación del Problema**

¿De qué manera una aplicación de Realidad Aumentada puede orientarse al proceso de enseñanza y aprendizaje en la Carrera de Odontología?

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Elaborar una aplicación de realidad aumentada como herramienta orientada al proceso de enseñanza y aprendizaje en la Carrera de Odontología.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- ✓ Analizar los requerimientos necesarios en base a la selección de temas al avance temático dentro de la Carrera de Odontología, primer año.
- ✓ Diseñar e implementar la cartilla que será base para la aplicación de la Realidad Aumentada.
- ✓ Diseñar objetos 3D que permitan generar alta comprensión de los temas a estudiar.
- ✓ Desarrollar una aplicación móvil en función al estímulo de la vista, aplicada al contenido temático de la carrera de odontología.

- ✓ Implementar la realidad aumentada como herramienta de apoyo didáctico que sirva como material virtual educativo, que permita complementar el contenido de textos formativos.
- ✓ Examinar qué resultado causaría la integración de una aplicación educativo de realidad aumentada en un aula tradicional.

## 1.5. Hipótesis

La Realidad Aumentada como herramienta tecnológica incrementa el aprendizaje en los estudiantes y apoya a la enseñanza de los docentes de la Carrera de Odontología.

### 1.5.1. Identificación de variables - Operalización de variables

**Tabla 1** *Identificación y Operalización de variables*

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
<b>Realidad Aumentada</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Aprovechamiento de recursos visuales de realidad aumentada.	- Número de marcadores fiduciales <sup>2</sup> usados. - Número de participantes en escenario	- # total de alumnos en escenario. - #número de marcadores AR utilizados.
<b>Incrementa el aprendizaje</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Describe el grado de éxito obtenido durante el aprendizaje en el transcurso del tiempo.	Se puede medir matemáticamente haciendo el uso de fórmulas logarítmicas.	Alta Media baja

*Nota.* Elaboración Propia

<sup>2</sup> Símbolos o marcas que deben tener las tarjetas de circuitos impresos cuando van a ser sometidas a procesos automáticos de montaje de componentes.

### **1.5.2. Conceptualización de variables**

Julio Cabero, Esteban Vázquez y Eloy López (2018):

USO DE LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA: La realidad educativa y tecnológica en las aulas de los diferentes niveles académicos, en nuestro sistema educativo en la actualidad, viene de la mano de la incorporación de nuevas herramientas que acerquen a los alumnos y alumnas, de forma sencilla, lúdica y formativa, a los contenidos curriculares. Una de las tecnologías que toman mayor impulso e importancia en la actualidad es la Realidad Aumentada, la cual se ha ido abriendo camino, especialmente en la educación superior.

Roger Moncayo Camaño, (2018):

USO DE LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA: La realidad aumentada es un recurso didáctico que se puede integrar con este fin en educación. Por otro lado, la realidad aumentada ha demostrado tener la capacidad de proporcionar al alumnado una mejor comprensión de conceptos como el espacio tridimensional, formas geométricas, determinadas áreas matemático geométricas.

## **1.6. Justificación**

### **1.6.1. Justificación científica**

La presente tesis se justifica de manera científica debido a que integra intereses pedagógicos y científicos que deben ser estudiados para la mejora de su comprensión e investigación, será una herramienta útil que aporte al proceso de aprendizaje en aula que favorece la formación de criterios en diferentes etapas de enseñanza y a la generación de conocimiento.

### **1.6.2. Justificación técnica**

El motivo de desarrollar esta aplicación de realidad aumentada como herramienta orientada al proceso de enseñanza y aprendizaje, es ayudar a los estudiantes para que adquieran una mejor comprensión de los temas desarrollados en clase permitiendo transmitir el conocimiento de docente a estudiante.

### **1.6.3. Justificación social**

La razón que nos lleva a elaborar esta aplicación de realidad aumentada enfocado en la enseñanza y aprendizaje, se centra en la apatía que el estudiante demuestra cada cierto tiempo en clases. Por tanto, pretendemos ayudar a los estudiantes a que puedan tener una mejor comprensión de los temas impartidos en clase dando una herramienta que permita mejorar al docente en la transmisión de conocimiento al estudiante.

### **1.6.4. Justificación económica**

La educación siempre ha sido una gran inversión a corto y largo plazo por lo que es justificado el hecho de hacer una investigación en este campo; además de que los continuos avances tecnológicos hacen más evidente la necesidad de aportar a la educación, potenciando uno de los campos que más necesita apoyo y respaldo; un entorno de realidad aumentada en nuestro medio significaría una inversión importante para el campo educativo que se justificaría con los resultados que se obtendría al implementar entornos virtuales aumentados que desarrollen las capacidades tanto de docentes como de estudiantes.

## 1.7. Metodología

### 1.7.1. Método científico

El método científico es un proceso destinado a explicar fenómenos, establecer relaciones entre los hechos y enunciar leyes, que expliquen los fenómenos físicos del mundo y permiten obtener con estos conocimientos, aplicaciones útiles al hombre.

Por proceso o “método científico” se entiende aquellas prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder; con el fin de exponer y confirmar sus teorías. Las teorías científicas, destinadas a explicar de alguna manera los fenómenos que observamos, pueden apoyarse o no en experimentos que certifiquen su validez. Sin embargo, hay que dejar claro el mero uso de metodologías experimentales, no es necesariamente sinónimo del uso del método científico, o su realización al 100%. Por ello Francis Bacon definió el método científico como se detalla a continuación:

- ✓ Observación
- ✓ Inducción
- ✓ Hipótesis
- ✓ Prueba de Hipótesis
- ✓ Demostración o Refutación (antítesis) de la hipótesis
- ✓ Tesis o teoría científica

### 1.7.2. Técnicas de investigación

- ✓ **La entrevista.** Consiste en hacer preguntas directamente al sujeto o los sujetos de estudio, generalmente en un lugar aislado, para así obtener una aproximación a lo que piensa, siente

o ha vivido, que luego podrá ser procesada estadísticamente o mediante otros métodos, para obtener una verdad.

- ✓ **La observación.** Fundamental en todo principio científico, la observación consiste en simplemente confrontar el fenómeno que se desea comprender y describirlo, tomar nota de sus peculiaridades, de su entorno, en fin, detallarlo. Suele ser el primer paso básico de todo tipo de saber.
- ✓ **Los cuestionarios.** Semejantes a la entrevista, tienen lugar en el campo donde se encuentran los sujetos de estudio. Se pide a un número definido de personas que respondan a una serie de preguntas y con esa información se construyen datos porcentuales, aproximaciones estadísticas y se obtienen conclusiones.

### 1.7.3. Metodología de desarrollo ágil XP

Para la elaboración de esta tesis, en el modelado, diseño y desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada, se ha visto conveniente e idóneo, el uso de una metodología de desarrollo de software ágil, en este caso la metodología XP<sup>3</sup>, ya que esta permitirá sacar el máximo provecho a la investigación, en el desarrollo e implementación de un Software de Realidad Aumentada orientada a la educación.

### 1.7.4. Métrica de calidad QSOS

Mediante la calificación y selección de software de código abierto; se evalúa la calificación y selección de software con el método de métricas de calidad QSOS, además de analizar de forma

---

<sup>3</sup> Programación Extrema.



objetiva la construcción del sistema, evaluar los criterios de funcionabilidad; calificando los criterios de los requerimientos.

### **1.7.5. Costos**

Se calculó los costos mediante el Modelo Constructivo de Costes COCOMO I, con el cual se estima el esfuerzo de desarrollo, el tiempo de desarrollo y la cantidad de personas que se requieren para la realización de la tesis.

## **1.8. Herramientas**

### **UNITY 3D (ver. 2019.3.13 f1)**

Es un motor gráfico 3D para PC y Mac que viene empaquetado como una herramienta para crear juegos, aplicaciones interactivas, visualizaciones y animaciones en 3D en tiempo real, puede publicar contenido para múltiples plataformas como PC, Mac, Flash (Hasta la versión 4), XBox, PS2/3/4, Android, PSVita y iPhone.

### **VUFORIA (ver. 8.5.9)**

Es un SDK<sup>4</sup> 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 (letras, imágenes, y otros).

---

<sup>4</sup> Kit de desarrollo de software.

## **SISTEMA OPERATIVO WINDOWS (ver. 10 Home)**

Un Sistema Operativo es el programa esencial de cualquier equipo informático. Permite la interacción entre el usuario, los otros programas instalados en el PC, su hardware y los dispositivos conectados a él.

Windows es el sistema operativo más conocido y usado del mundo. Da soporte para que se ejecuten los programas. Organiza y mantiene tus archivos. Te da acceso a ellos y hace posible que uses tus dispositivos y programas. Administra la memoria RAM<sup>5</sup> o el procesamiento del PC. Reconoce el ratón y el teclado y envía información al monitor, entre otras muchas cosas.

## **BLENDER (ver. 2.82)**

Es un programa de modelado en 3D, apoyado por varias herramientas, es multiplataforma (corre en windows XP, Vista 32 y 64 bits, Linux 32 y 64 bits, MacOS, solaris, y otros). Fue creado por la empresa Not a Number.

Está orientado a artistas y profesionales del diseño y multimedia, puede ser usado para crear, visualizaciones 3D estáticas o vídeos de alta calidad. También incorpora un motor de 3D en tiempo real el cual permite la creación de contenido tridimensional interactivo que puede ser reproducido de forma independiente.

Se desarrolla como Software Libre, con el código fuente disponible bajo la licencia GNU/GPL<sup>6</sup>, su descarga y su uso es completamente gratuito. Aun así, recomendaría que si haces dinero con el programa dones una cantidad a la fundación o compres algunos de sus productos (como el manual oficial) para que siga el desarrollo.

---

<sup>5</sup> Memoria de Acceso Aleatorio.

<sup>6</sup> Licencia Pública General.

**MARVEL**

Genera instantáneamente especificaciones de diseño y conecta integraciones que potencian su flujo de trabajo, estructura metálica, diseño y prototipo rápidamente con las herramientas intuitivas de diseño y creación de prototipos. Con la plataforma de diseño Marvel, acceda a todas las funciones básicas que necesita para crear productos digitales: estructura alámbrica, prototipos y generación de especificaciones de diseño en un solo lugar. (Marvel, 2019).

**PHOTOPEA (ver. 4.8)**

Es una web app que sirve para crear un diseño de imagen o editar una foto sin que sea necesario descargar un programa tan complejo como Photoshop. Es un software de edición de fotos 100% disponible en línea que está repleto y cargado de funciones de edición de fotos que incluyen muchas características básicas de Photoshop. Sugiere grandes beneficios respecto a otros editores online. El principal es que tenemos a nuestra disposición una gran cantidad de herramientas de edición que, no solo se pueden comparar con las de Photoshop. Se puede descargar las imágenes en formatos PNG, JPG, PDF, SVG y más, todo sin costo ni marcas de agua. (Moya, 2018).

**CANVA (ver. 2.5)**

Es una herramienta para diseñar y crear contenido web de todo tipo como: crear carteles, posters, infografías, documentos, tarjetas de visita, gráficos, logos y otros, de forma muy sencilla. Los diseños que ofrece son elegantes y profesionales que recuerdan al estilo *vintage*. Además de las plantillas y diseños de Canva, se puede subir imágenes, añadir texto y cambiar la organización de los elementos de las plantillas. (Educacontic, 2012).

### **STARUML (ver. 3.2.2)**

Es muy útil para la creación de diseños y diagramas UML<sup>7</sup>. Mediante una interfaz sencilla, se pueden crear diagramas de clases, uso, secuencias, composición, y componentes, entre otros. Dentro de las herramientas utilizadas en el proceso de ingeniería de sistemas informáticos se encuentra StarUML, la cual se utiliza para modelar el sistema basado en los estándares UML 2.0 y MDA (Modelo de Arquitectura Dirigida). (Ecured,2020).

### **SUBLIME TEXT (ver. 3.2.2)**

Es una herramienta concebida para programar sin distracciones, editor de código multiplataforma ligero.

### **C#**

Está orientado a objetos, es considerado como una evolución y necesidad de ciertas circunstancias de sus lenguajes antecesores que son el C y el C++; y necesidad a la hora en que la compañía tuvo problemas con la empresa creadora del lenguaje Java. Es por lo anterior que C Sharp presenta los atributos positivos de C++, Java y Visual Basic y los mejora otorgando un lenguaje fuerte y actualizado para los tiempos actuales. (Rivera, 2018).

## **1.9. Límites, alcances y aportes**

### **1.9.1. Límites**

El software se enfocará específicamente a 2 materias:

- ✓ Anatomía humana
- ✓ Embriología

---

<sup>7</sup> El lenguaje unificado de modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language).

El presente trabajo de investigación se ajusta al planteamiento de los cambios estructurales que traza el enfoque educacional actual, el cual establece una gestión adecuada de contenidos, pero a la vez impulsa a la producción de contenido propio.

### **1.9.2. Alcances**

El trabajo de investigación presenta la integración de un enfoque colaborativo de enseñanza en un entorno de realidad aumentada, se tiene así las bases para la construcción de un ambiente interactivo de aprendizaje, por medio de este proceso se analiza la integración en un ambiente real de aprendizaje.

Se hace referencia al alcance, a lo que la aplicación puede llegar a demostrar, que es modelar una imagen 3D e implementarlo en temas correspondientes a las asignaturas, con la facilidad de que el estudiante pueda comprender mejor el tema mientras observa la figura con movimiento.

### **1.9.3. Aportes**

Esta aplicación es de gran aporte a la enseñanza de los estudiantes, contribuye a mejorar el proceso de aprendizaje. Con el que puede recibir un conocimiento más enfocado a la parte práctica a través de imágenes con movimiento lo que irá en favor de la sociedad, puesto que la sociedad solicita técnicas para que el estudiante comprenda textos y pueda interpretarlos sencillamente.



---

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

---



## **2.1. Introducción**

El uso de nuevas tecnologías es imperativo para toda sociedad, llegando a usar diferentes formas de ayudarse a sí mismos en diferentes ámbitos como en la educación.

La realidad aumentada es un método que ayuda de forma gráfica a interactuar en la vida real reanimando gráficos con información útil para la persona que lo requiera, dando así una forma más didáctica de enseñanza.

Lo cual llevó al desarrollo del presente trabajo de investigación, demostrando si la aplicación de realidad aumentada como herramienta orienta al proceso de enseñanza y aprendizaje, sirve para establecerse como una herramienta que fomente el interés de los estudiantes de la carrera de Odontología y obtengan una educación más satisfactoria.

Para demostrarlo se realizó una investigación exhaustiva de los métodos de enseñanza actuales, mediante la información recabada se utilizaron diversas herramientas para el diseño animado de imágenes 3D en un software empaquetado para convertirlo en una aplicación para uso en aparatos móviles, en base a todo lo que sea referente a la enseñanza progresiva.

## **2.2. Carrera de Odontología**

### **2.2.1. Visión**

La Carrera de Odontología consolidada como una institución de excelencia académica, reconocida y acreditada a nivel nacional e internacional, formadora de recursos humanos altamente calificados en el ámbito Odontológico, con alta sensibilidad social, investigadores, innovadores, proactivos, idóneos, involucrados y comprometidos en mejorar la salud estomatológica en forma integral de la población en general manteniéndose como el referente que fortalece al ejercicio de la profesión.

### 2.2.2. Misión

La Carrera de Odontología de la Universidad Pública de El Alto tiene como misión, la formación de Profesionales Odontólogos Integrales, mediante la investigación científica, interacción social y la extensión universitaria, Profesionales con identidad propia, con alta sensibilidad social, cultural y sólida formación científica, técnica, humanística, holística e igualitaria, capaz de identificar, analizar, comprender y tratar los problemas de salud estomatológica en forma integral de las personas de nuestra comunidad en general, actuando con responsabilidad social y ética profesional.

### 2.2.3. Malla curricular

**Tabla 2** Malla Curricular Primer Año

Sigla Código	ASIGNATURA	REQUISITO	TOTAL, ANUAL	ÁREA CURRICULAR	ÁREA POR COMPETENCIA
NIVEL	PRIMER AÑO				
MOR-101	ANATOMÍA HUMANA	PRE-UNIV.	240	BÁSICA	*SABER
MOR-102	HISTOLOGÍA	PRE-UNIV.	160		
MOR-103	EMBRIOLOGÍA	PRE-UNIV.	160		
FSL-104	BIOQUÍMICA	PRE-UNIV.	160		
SLP-105	ESTOMATOLOGÍA SOCIAL E INVESTIGACIÓN I	PRE-UNIV.	160	FORM. PRACT. ODONTOG.	*SER
SPL-106	ODONTOANTROPOLOGIA Y CULTURA ANDINA	PRE-UNIV.	80		

*Nota.* Asignaturas impartidas en la carrera de odontología por áreas curriculares y por competencias. Recuperado del Plan de Estudios Licenciatura en Odontología (2015).

### 2.2.4. Plantel docente

La Carrera de Odontología de la Universidad Pública de El Alto cuenta con treinta docentes con título de tercer y cuarto nivel para las áreas de Anatomía humana, Histología, Embriología, Bioquímica, Investigación I y Cultura Andina, cinco docentes por materia.



Su cuerpo administrativo docente con el que se trabajo fue el Dr. Edwin Mamani Choquehuanca Director de Carrera, Dr. Oscar Vásquez Jefe de Catedra del Área de Anatomía Humana y la Dra. Jenny Gonzales Jefa de Catedra del Área de Embriología.

### **2.2.5. Paralelos**

La Carrera de Odontología en el Primer Año de carrera cuenta con 5 paralelos: A, B, C, D y E; cada uno con aproximadamente 60 alumnos por aula.

## **2.3. Aprendizaje**

Pérez Julián (2008) denomina aprendizaje:

Al proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes, posibilitado mediante el estudio, la enseñanza o la experiencia. Dicho proceso puede ser entendido a partir de diversas posturas, lo que implica que existen diferentes teorías vinculadas al hecho de aprender. La psicología conductista, por ejemplo, describe el aprendizaje de acuerdo a los cambios que pueden observarse en la conducta de un sujeto.

El aprendizaje humano se define como el cambio relativamente invariable de la conducta de una persona a partir del resultado de la experiencia. Este cambio es conseguido tras el establecimiento de una asociación entre un estímulo y su correspondiente respuesta.

Raffino María (2019) indica que aprendizaje es:

El proceso a través del cual el ser humano adquiere o modifica sus habilidades, destrezas, conocimientos o conductas, como fruto de la experiencia directa, el estudio, la observación, el razonamiento o la instrucción. Dicho en otras palabras, el aprendizaje es el proceso de formar experiencia y adaptarla para futuras ocasiones: aprender. El aprendizaje humano se

vincula con el desarrollo personal y se produce de la mejor manera cuando el sujeto se encuentra motivado, es decir, cuando tiene ganas de aprender y se esfuerza en hacerlo. Para ello emplea su memoria, su capacidad de atención, su razonamiento lógico o abstracto y diversas herramientas mentales.

Aprendizaje es aquello que se procesa naturalmente, es la adquisición de argumentos que se llegan a volver ideas mediante cómo lo perciba o lo razone el ser humano.

#### **2.4. Enseñanza**

Según Pérez Julián (2008) la enseñanza es:

La acción y efecto de enseñar (instruir, adoctrinar y amaestrar con reglas o preceptos). Se trata del sistema y método de dar instrucción, formado por el conjunto de conocimientos, principios e ideas que se enseñan a alguien... implica la interacción de tres elementos: el profesor, docente o maestro; el alumno o estudiante; y el objeto de conocimiento.

Bembibre Cecilia (2009) implica que la enseñanza:

Tienen como objetivo el pasaje de conocimiento, información, valores y actitudes desde un individuo hacia otro... es la que le permite desarrollar la supervivencia permanente y la adaptación a diferentes situaciones, realidades y fenómeno.

La enseñanza es aquello que se da entre dos o más personas. Son procesos que hacen posible a la transmisión y adquisición de conocimientos que desenvuelven nuestras habilidades y capacidades para desempeñar determinadas tareas.

## **2.5. Proceso de Enseñanza y aprendizaje**

### **2.5.1. Proceso de enseñanza**

Rosario Antonio (2017) menciona que el proceso de enseñanza, “es el procedimiento mediante el cual se transmiten conocimientos especiales o generales sobre una materia, sus dimensiones en el fenómeno del rendimiento académico a partir de los factores que determinan su comportamiento” (p. 23).

Díaz Barriga y Hernández Rojas, (1998) interpretan que “es un procedimiento (conjunto de pasos o habilidades) que un estudiante adquiere y emplea en forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas" (p. 115).

### **2.5.2. Proceso de aprendizaje**

De acuerdo a la teoría de Piaget (1969) el proceso de aprendizaje toma diferentes aspectos:

El pensamiento es la base en la que se asienta el aprendizaje, es la manera de manifestarse la inteligencia...desarrolla una estructura y un funcionamiento, ese mismo funcionamiento va modificando la estructura. La construcción se hace mediante la interacción del organismo con el medio ambiente.

Yáñez Patricio (2015) expone que:

El ser humano vive de una u otra manera la experiencia del aprendizaje a lo largo de toda su vida. En tal experiencia confluyen una serie de factores internos y externos que lo aceleran o entorpecen. Todo aprendizaje siempre constituye un proceso complejo, que finalmente se expresa en una modificación de la conducta. Para todo docente, el conocimiento de las diferentes etapas del aprendizaje como proceso, es de trascendental

importancia. Es obvio que esto permite facilitar a los profesores el logro de un aprendizaje óptimo por parte de sus estudiantes. Toda labor formativa en una institución educativa se apoya en último término en ayudar al estudiante a irse formando, completando y perfeccionando constantemente (p. 72).

## **2.6. Material Pedagógico**

Son aquellos medios y recursos que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, dentro de un contexto educativo global y sistemático, y estimulan la función de los sentidos para acceder más fácilmente a la información, adquisición de habilidades y destrezas, a la formación de actitudes y valores (Ogalde y Bardavid, 1997).

Es aquel que va a permitir que los educandos adquieran nuevos conocimientos, ejecuten nuevas habilidades y destrezas, asuman nuevas actitudes; es decir, han adquirido conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos, siempre bajo la guía y conducción del educador o pedagogo (Cortés, 1968, p.157).

## **2.7. Material Didáctico**

“Un material didáctico es aquel dispositivo, elemento, diseñado y fabricado con especiales características para así hacer más sencillo los procesos de enseñanza y de aprendizaje” (Ucha, 2012).

Pérez Julián (2008) señala que el material didáctico es:

Aquel que reúne medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje. Suelen utilizarse dentro del ambiente educativo para facilitar la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas.

Es importante tener en cuenta que el material didáctico debe contar con los elementos que posibiliten un cierto aprendizaje específico. Por eso, un libro no siempre es un material didáctico. Por ejemplo, leer una novela sin realizar ningún tipo de análisis o trabajo al respecto, no supone que el libro actúe como material didáctico, aun cuando puede aportar datos de la cultura general y ampliar la cultura literaria del lector.

Morales Pablo (2012) manifiesta que “es usado para favorecer el desarrollo de las habilidades en los alumnos, así como en el perfeccionamiento de las actitudes relacionadas con el conocimiento, a través del lenguaje oral y escrito, la imaginación, la socialización, el mejor conocimiento de sí mismo y de los demás”.

**Tabla 3.** *Clasificación de material didáctico*

TIPO	MEDIO	PERCEPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
<b>Visual</b>	Texto	Impresión tradicional en monitor o pantalla	Permite tomarse el tiempo necesario para comprender. Es sencillo regresar para releer, analizar y relacionar ideas.	Libros, cuentos, apuntes, folletos, libros, electrónicos.
	Imagen fija		Se interpreta de manera natural e inmediata. Llega fácilmente al campo de las emociones y los deseos.	Fotografías, dibujos, pinturas.
	Imagen en movimiento		Es útil para describir procesos o cambios en el tiempo.	Animaciones, videos o cortometrajes, películas sin sonido.
<b>Auditiva</b>	Sonidos	Con bocinas y con audífonos.	Facilita la reflexión, la introspección y el	Audio digital, audiolibro,

			desarrollo de la imaginación. Puede tener un efecto especial en las emociones.	programas de radio.
<b>Audiovisual</b>	Imagen fija con sonido	Impresión tradicional en monitor o pantalla.	Es muy útil para explicar partes de un sistema, procesos, procedimientos y categorías de forma dinámica.	Diapositivas con narración grabada, imágenes con explicación auditiva
	Imagen en movimiento con sonido		Ofrece excelentes posibilidades para el uso educativo, aunque puede ser cara y difícil su producción.	Videos, películas, cortometrajes, programa de televisión.
	Multimedia	Combinación de las anteriores.	Ofrece mayor variedad y flexibilidad, puede favorecer la sorpresa, generación de la atención, reflexión crítica y creatividad.	Enciclopedias en disco compacto o en línea, sitios web etc.

*Nota.* Clasificación de los medios de comunicación según la forma que se perciben: vista oído y tacto (Ogalde, 2009, pp. 93-94).

## 2.8. Material Lúdico

“La lúdica posee una ilimitada cantidad de formas, medios satisfactores de los cuales el juego es tan solo uno de ellos” (Bolívar, 1998).

La lúdica y la didáctica según P. Castillo Beltrán (2009):

Son elementos que construyen el material que deseamos definir; se construye... un objeto artificial con cualidades lúdicas que, en este caso, proporcionan entretenimiento a través de la dinámica de juego y, que a la vez desencadenan el arte de enseñar (cualidades didácticas); provoca la emergencia, el desarrollo y formación de determinadas capacidades, aptitudes y destrezas en su usuario.

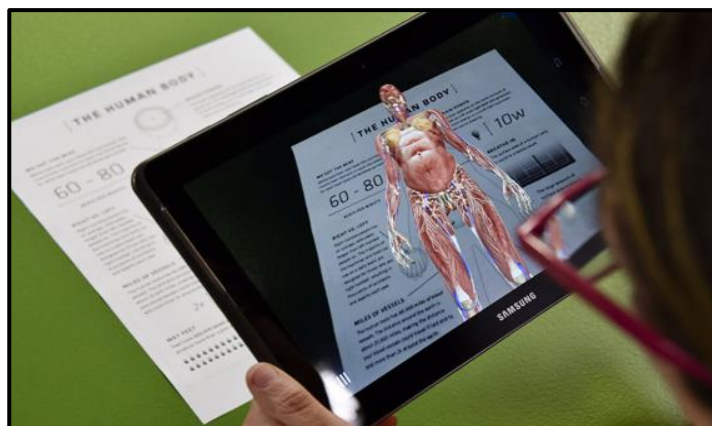
Santiváñez, V. (1986) indica que: “Son recursos o instrumentos que posibilitan o ayudan al docente y al discente a vivir activamente experiencias educativas en interacción dinámica con la realidad (objetos, cosas, fenómeno y procesos), en procura de conocimientos integrales (formativos e informativos) o sea, saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales” (p. 104).

## 2.9. Realidad Aumentada

La realidad aumentada según Blázquez (2017):

Podría definirse como aquella información adicional que se obtiene de la observación de un entorno, captada a través de la cámara de un dispositivo que previamente tiene instalado un software específico.

La información adicional identificada como realidad aumentada puede traducirse en diferentes formatos. Puede ser una imagen, un carrusel de imágenes, un archivo de audio, un vídeo o un enlace (p. 2).



**Figura 2.1** Realidad aumentada en la educación.

Fuente: Transformación digital en educación (2016). Por Rubio María.

Según Heras y Villarreal (2004) expresa que:

Es usada debido a la necesidad de integrar varias tecnologías, a través de dispositivos especializados... Sin embargo, es posible aprovechar muchos dispositivos ya disponibles en un sector amplio y con tendencia de mayor penetración (PDA, Celulares, Tablet) que ya integran los diversos componentes requeridos y pueden ser adaptados para montarles contenidos con Realidad Aumentada.

La realidad aumentada es la superposición de imágenes virtuales a imágenes planas como medio de ayuda grafica en cualquier ámbito de la sociedad ya sea en la educación, instituciones gubernamentales y/o en redes sociales; para lo cual se ayudan con los dispositivos tecnológicos.

### **2.9.1. Característica**

Según Azuma Ronald (1997), un sistema de Realidad Aumentada debe cumplirlas siguientes características:

- 1) **Combina mundo real y virtual.** El sistema incorpora información sintética a las imágenes percibidas del mundo real.
- 2) **Interactivo en tiempo real.** Así, los efectos especiales de películas que integran perfectamente imágenes 3D fotorrealistas con imagen real no se considera Realidad Aumentada porque no son calculadas de forma interactiva.
- 3) **Alineación 3D.** La información del mundo virtual debe ser tridimensional y debe estar correctamente alineada con la imagen del mundo real. Así, estrictamente hablando las aplicaciones que superponen capas gráficas 2D sobre la imagen del mundo real no son consideradas de Realidad Aumentada (pp. 355–385).



## 2.9.2. Tipos

Los marcadores representan el tipo de activador de la información por excelencia en el mundo de la realidad aumentada y podrían englobarse en tres grupos.

Según Blázquez (2017) la realidad aumentada basada en marcadores se clasifica en:

- **Códigos QR<sup>8</sup>:** Son un tipo de formas geométricas en blanco y negro que incluyen información del tipo URL, VCard, texto, email, SMS, redes sociales, PDF, MP3 APP stores, imágenes, teléfonos, eventos, wifi y geolocalización.



*Figura 2.2 Realidad aumentada mediante QR*

*Fuente: ¿Qué es mejor para el marketing los códigos QR o la realidad aumentada? (2013). Por Sánchez José.*

Dentro del propio diseño, algunas aplicaciones que facilitan su creación permiten la inclusión de una imagen o logo en el mismo.

- **Markerless:** Los activadores de la información son imágenes u objetos reales.

---

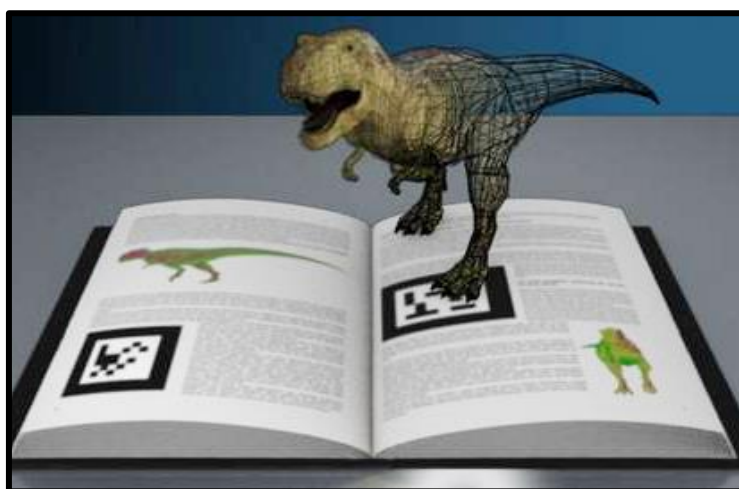
<sup>8</sup> QR: *Quick Response code*, "código de respuesta rápida".



**Figura 2.3 Realidad Aumentada mediante Markerless**

Fuente: *El sector inmobiliario abre las puertas a las nuevas tecnologías* (2020). Por MiAragon.es.

- **Marcadores:** Suelen adoptar formas geométricas en blanco y negro y se enmarcan en un cuadrado. En algunas ocasiones también incluyen siglas o imágenes simples.



**Figura 2.4 Realidad aumentada mediante marcadores simétricos**

Fuente: *La realidad aumentada y su aplicabilidad en el ámbito aplicativo* (2013). Por Sangrá Albert.

Piensa en un marcador como si fuera un ancla que conecta el mundo virtual con el mundo real. Un marcador puede ser una imagen, un logo, una revista, etc. Una vez que el marcador es reconocido por la aplicación, el contenido puede ser colocado encima.

Se refiere a las imágenes planas que se tienen en varios lugares los cuales se pueden utilizar como puerta de direccionamiento o punto de regencia para la representación gráfica que se desea realizar.

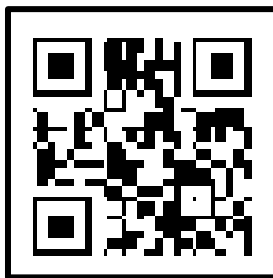
### 2.9.3. Niveles

Los distintos grados de complejidad que presentan las aplicaciones basadas en la realidad aumentada según las tecnologías que implementan.

En este sentido, Lens Fitzgerald, el cofundador de Layar, uno de los navegadores de realidad aumentada más extendidos en la actualidad, propone una clasificación en cuatro niveles (de 0 a 3).

➤ **Nivel 0 (enlazado con el mundo físico)**

Las aplicaciones enlazan el mundo físico a través de códigos de barras y 2D (por ejemplo, los códigos QR), son aquellos que te permiten, a través de apps para móviles y tablets, ir directamente a una página.



*Figura 2.5 Realidad aumentada Hiperenlaces en el mundo físico*

Fuente: Realidad aumentada en la educación (2014). Por López Miguel.

➤ **Nivel 1 (Realidad aumentada basada en marcadores)**

Las aplicaciones utilizan marcadores como: imágenes en blanco y negro, formas geométricas y con dibujos esquemáticos. Regularmente para el reconocimiento de patrones 2D.

Para explicarlo de forma más concisa López (2017), los marcadores no son más que figuras de las cuales al escanearlas, obtenemos un modelo 3D que se superpone a la imagen real



*Figura 2.6 Realidad aumentada basada en marcadores*

Fuente: Realidad aumentada en la educación (2014). Por López Miguel.

➤ **Nivel 2 (Realidad aumentada sin marcadores)**

Mediante el uso del GPS y la brújula de los dispositivos electrónicos conseguimos localizar la situación y la orientación y superponer POI<sup>9</sup> en las imágenes del mundo real “Niveles de Realidad Aumentada”, (2017).

Según Blázquez Alegría (2017) en este nivel también se cuenta:

El reconocimiento de superficies, donde el dispositivo es capaz de detectar, en tiempo real, una superficie en el entorno por mediación de las imágenes obtenidas por la cámara. Como resultado se puede posicionar el contenido digital anclado a dicha superficie.

---

<sup>9</sup> Puntos de interés.



*Figura 2.7 Realidad aumentada sin marcadores*

Fuente: Realidad aumentada en la educación (2014). Por López Miguel.

### ➤ Nivel 3 (Visión aumentada)

Estaría representado por dispositivos como Google Glass, HoloLens, lentes de contacto de alta tecnología u otros que, en el futuro, serán capaces de ofrecer una experiencia completamente contextualizada, inmersiva y personal. “Niveles de Realidad Aumentada”, (2017).



*Figura 2.8 Visión aumentada*

Fuente: Niveles de Realidad Aumentada (2020). Por Innovae.

## 2.9.4. Aplicaciones

Gonzales, Vallejos, Albusac y Castro (2011) mencionan algunas, aunque prácticamente en cualquier área de trabajo puede tener sentido desarrollar aplicaciones de Realidad Aumentada.

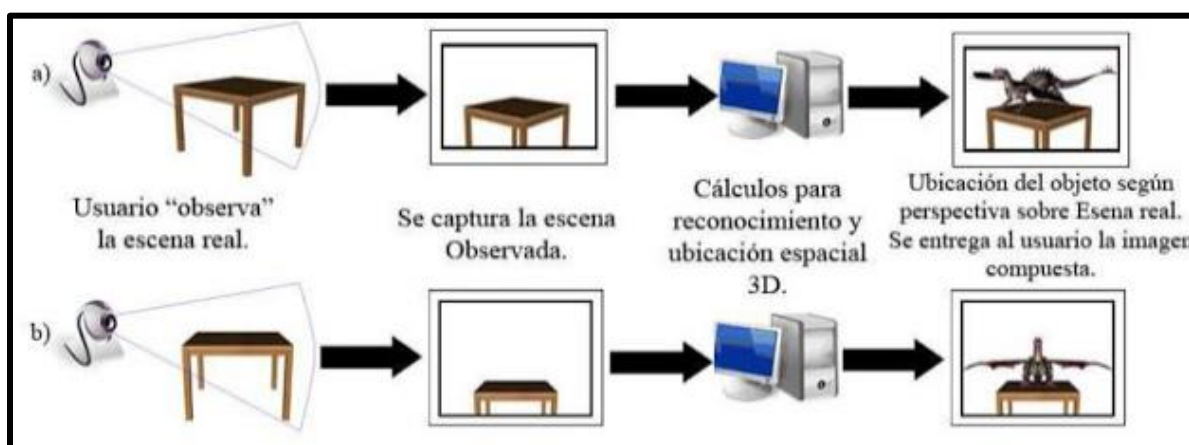
- **Medicina:** La medicina puede beneficiarse del uso de la Realidad Aumentada en quirófanos y entrenamiento de doctores. Actualmente es posible obtener datos 3D en tiempo real mediante resonancias magnéticas o tomografías que pueden superponerse en la imagen real del paciente, dando una visión de rayos X al especialista.
- **Fabricación:** Otro uso de la Realidad Aumentada es en el ámbito de la fabricación, mantenimiento y reparación de maquinaria compleja. Los pasos a seguir en la reparación son mucho más intuitivos y fáciles de seguir si aparecen directamente superpuestos sobre la imagen real.
- **Entretenimiento:** La industria del ocio ya ha comenzado a sacar partido del enorme potencial de interacción que ofrece la Realidad Aumentada (como Sony, Ubisoft o SixFlags).
- **Publicidad:** Cada vez más empresas utilizan la Realidad Aumentada como reclamo publicitario. Desde 2008, empresas como Adidas, Ford, BMW, Lego, FOX, Paramount, Doritos, Ray Ban y Mc Donalds forman parte de una larguísima lista de entidades que han utilizado estas técnicas, definiendo una curva creciente exponencialmente.

### **2.9.5. Elementos**

Un sistema de realidad aumentada está compuesto por varios elementos, pero Elkan (2017) estos elementos son:

- **Una cámara o elemento que capture las imágenes que vemos a nuestro alrededor.** Estos cámaras habitualmente son las webcams de nuestros ordenadores personales o las cámaras que llevan integrados los dispositivos móviles. Su función principal es la de transmitir la información del mundo real al procesador del sistema de realidad aumentada para poder combinar ambos mundos.

- **El procesador.** Elemento que interpretará tanto la información del mundo real que le llega a través de la cámara como la información que debe sobreponer sobre este mundo real. Es el elemento que integra los dos mundos.
- **El marcador.** Este es el elemento donde se van a reproducir las imágenes creadas por el procesador y donde veremos, a través de la pantalla donde se reproduzca la imagen, el modelo en 3D que nos ofrece la realidad aumentada. Si movemos el marcador el modelo 3D se moverá con él, cambiará de tamaño... Hay varios tipos de marcadores lo que están impresos en papel o los que usan objetos que son reconocidos por un determinado software y nos conducen a la experiencia de la realidad aumentada.



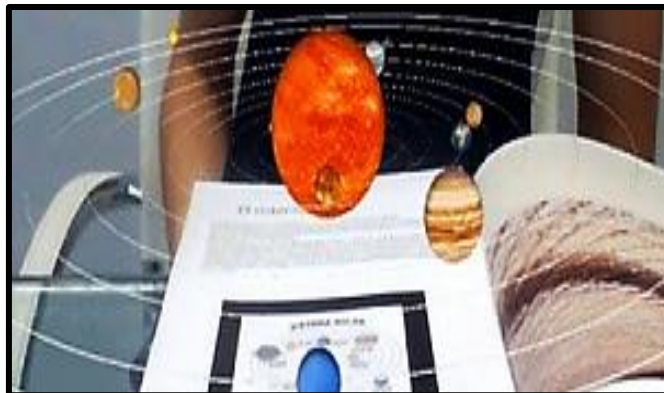
*Figura 2.9 Funcionamiento de realidad aumentada*

Fuente: Realidad aumentada (2013). Por Santos J.G.

## 2.10. Realidad Aumentada en la Educación

Para López (2016) las ventajas y las aplicaciones que tiene esta tecnología en la educación.

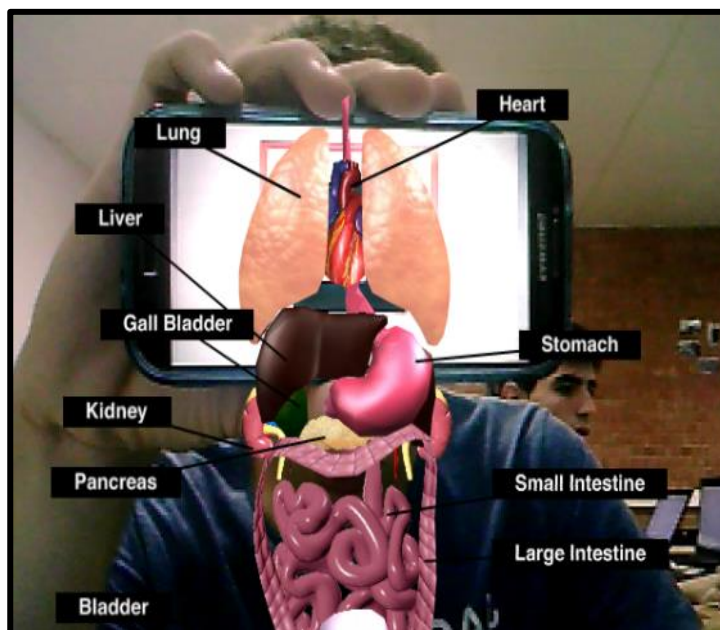
Por ejemplo, el aplicar la realidad aumentada a los tradicionales libros de texto permitiría integrar ejercicios donde los alumnos pudiesen explicar los objetos tratados en clase desde todas las perspectivas posibles, especialmente útil para asignaturas relacionadas la anatomía, la historia, Haciendo la enseñanza a los alumnos más dinámica y entretenida.



**Figura 2.10** Aplicaciones de realidad aumentada en la educación

Fuente: Realidad aumentada (2013). Por Santos J.G.

Ejemplo de esta área de la realidad aumentada aplicada a la educación es el proyecto learnAR, que se centra, principalmente, en la enseñanza de temas relacionados con la medicina, como son el aprendizaje de la estructura ósea, los órganos del cuerpo humano.



**Figura 2.11** Aplicación de realidad aumentada learnAR

Fuente: Top 5 Recursos de Realidad Aumentada para Educación (2012). Por Reinoso R.

Son muchos los proyectos que tratan de integrar el conocimiento adquirido en clase a través de cursos on-line gracias a juegos virtuales basados en el reconocimiento gestual y la geolocalización. De hecho, iniciativas como la de EspiRA permite a los profesores y alumnos crear itinerarios basados en la geolocalización. El proyecto LibreGeoSocial, por



su parte, permiten, a través de un software, crear gymkhanas<sup>10</sup> móviles educativas basadas en la realidad aumentada con el fin de generar situaciones de m-learning.



*Figura 2.12 Proyecto LibreGeosocial*

Fuente: Top 5 Recursos de Realidad Aumentada para Educación (2012). Por Reinoso Raul.

Como podemos ver, la realidad aumentada tiene múltiples posibles aplicaciones, entre las que se encuentra la educación. Aplicando dicha tecnología a las aulas tradicionales de colegios, institutos, universidades... el aprendizaje puede llevarse a cabo de una forma muchísimo más amena tanto para los estudiantes como profesores.

### 2.11. Aplicación

Es un software que les posibilita a los usuarios interesados en la tecnología realizar diferentes tipos de trabajos a través de este. Como por ejemplo... los diferentes procesadores de textos, las hojas de cálculos entre otros, facilitando así la realización de las diferentes tareas a la que estos se enfrentan día a día “Definición de Aplicación”, (2019).

### 2.12. Aplicación móvil

Según Florido (2015):

Las aplicaciones móviles o más conocidas comúnmente como “apps” en el lenguaje anglosajón, se utilizan cada vez más en smartphones y tablets para acceder a noticias,

<sup>10</sup> “Khana” que significa “lugar de reunión” y “gend” que significa “pelota”, en virtud de ello se concluye que gymkhana es un juego de pelota.

juegos, entretenimiento, tiempo y otras informaciones... Las apps son los nuevos sustitutos de los softwares para computadoras con fines de mejorar los procesos informáticos creados por Microsoft, Office Suite, lectores de PDF de Adobe o software de entretenimiento para juegos (p. 27).

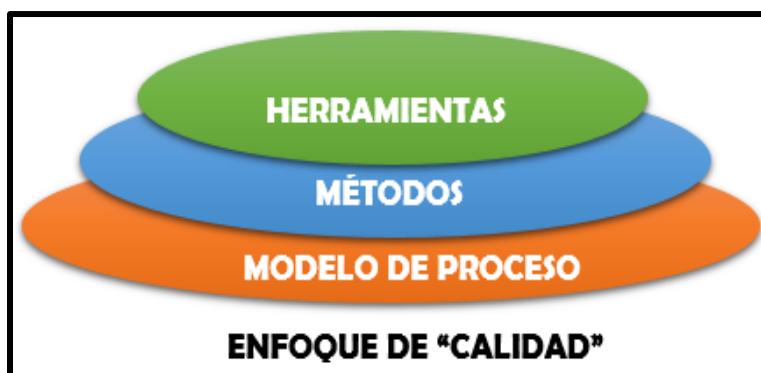
### 2.13. Ingeniería de software

La ingeniería de software (Bauer, 1969), “Es el establecimiento y uso de principios fundamentales de la ingeniería con objeto de desarrollar en forma económica software que sea confiable y que trabaje con eficiencia en máquinas reales”.

“Es considerada, como una ciencia o disciplina, técnica, una herramienta o metodología en el desarrollo de software con el objetivo de lograr un estándar en el desarrollo de proyecto de software que sea fiable y fácil de modificar” (Chue, 2008).

#### 2.13.1. Capas

Según Pressman (2010): La ingeniería de software es una tecnología con varias capas.



*Figura 2.13 Capas de ingeniería de software*

Fuente: Elaboración propia

Cualquier enfoque de ingeniería (incluso la de software) debe basarse en un compromiso organizacional con la calidad. El fundamento en el que se apoya la ingeniería de software es el compromiso con la calidad.

### **2.13.2. Proceso**

El fundamento de la ingeniería del software es la capa de proceso. El proceso de la ingeniería del software es la unión que mantiene juntas las capas de tecnología y que permite un desarrollo racional y oportuno de la ingeniería del software. El proceso define un marco de trabajo para un conjunto de Áreas clave de proceso (ACPs) que se deben establecer para la entrega efectiva de la tecnología de la ingeniería del software. Las áreas claves del proceso forman la base del control de gestión de proyectos del software y establecen el contexto en el que se aplican los métodos técnicos, se obtienen productos del trabajo (modelos, documentos, datos, informes, formularios, etc.), se establecen hitos, se asegura la calidad y el cambio se gestiona adecuadamente

### **2.13.3. Métodos**

Los métodos de la ingeniería del software indican «cómo» construir técnicamente el software. Los métodos abarcan una gran gama de tareas que incluyen análisis de requisitos, diseño, construcción de programas, pruebas y mantenimiento. Los métodos de la ingeniería del software dependen de un conjunto de principios básicos que gobiernan cada área de la tecnología e incluyen actividades de modelado y otras técnicas descriptivas

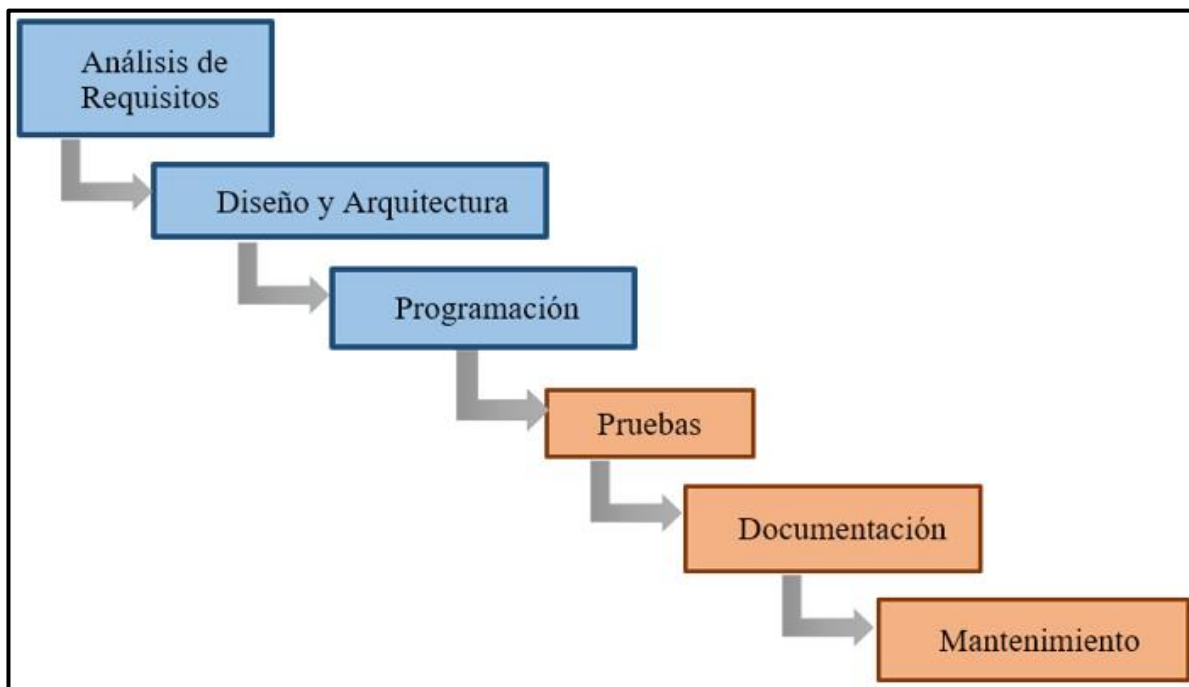
### **2.13.4. Herramientas**

Las herramientas de la Ingeniería del software según Pallares (2012):

Proporcionan un enfoque automático o semiautomático para el proceso y para los métodos.

Cuando se integran herramientas para que la información creada por una herramienta la pueda utilizar otra, se establece un sistema de soporte para el desarrollo del software llamado ingeniería del software asistida por computadora (CASE).

### 2.13.5. Fases



*Figura 2. 14 Fases de Diseño de Software*

Fuente: Elaboración Propia

Pressman (2010) explica que: La ingeniería de software requiere de un ciclo de vida que consiste en la realización de muchas tareas que van en grupos o etapas. Las etapas más comunes para casi todos los modelos de ciclo de vida son las siguientes:

➤ **Análisis de Requisitos.**

Separar los requerimientos de un producto de software es la primera etapa para poder crearlo. Mientras que los usuarios creen que ellos saben lo que el software tiene que hacer, se necesita de capacidad y pericia en la ingeniería de software para considerar requerimientos no finalizados, confusos o incoherentes.

La captura, estudio y diferenciación de requisitos, incluyendo pruebas de ellos, es una parte muy importante; de esta etapa depende en gran medida el alcance total de los objetivos finales.

➤ **Diseño y arquitectura**

Consiste en acordar cómo funcionará de manera general sin especificar los detalles. Se basa en la inclusión de fundamentos de la implementación tecnológica, como el hardware, la red.

Se determinan los Casos de Uso para abarcar las funciones que efectuará el sistema, y se convierten las entidades definidas en el análisis de requisitos en clases de diseño, dando como resultado un modelo cercano a la programación orientada a objetos.

➤ **Programación**

La reducción de un diseño a código puede ser la parte más evidente del trabajo de ingeniería de software, pero no siempre resulta ser la parte más larga. La dificultad y la permanencia de esta etapa está estrechamente ligada al o a los lenguajes de programación utilizados.

➤ **Pruebas**

Consiste en verificar que el software ejecute apropiadamente las labores indicadas en la especificación. La tecnología de prueba es aplicada de manera independiente, en cada módulo del software y luego hacer la prueba de integralmente, para así llegar al objetivo.

Es usual, además de recomendado, que las pruebas sean realizadas por alguien distinto al que desarrolló el programa; sin perjuicio de lo anterior el programador debe hacer sus propias pruebas.

➤ **Documentación**

Todo lo que se relaciona a la documentación del desarrollo del software y de la administración del proyecto, pasando por modelaciones (UML), diagramas, pruebas, manuales de usuario, manuales técnicos; todo con el propósito de realizar correcciones con regularidad, utilidad, mantenimiento futuro y ampliaciones al sistema.

➤ **Mantenimiento**

Conservar y realizar mejoras en el software para afrontar fallas encontradas y nuevos requisitos. Esto puede llevar más tiempo incluso que el desarrollo inicial del software. Alrededor de 2/3 de toda la ingeniería de software tiene que ver con dar mantenimiento.

### **2.13.6. Modelos de Desarrollo del software**

La ingeniería de software presenta diferentes tipos o paradigmas de desarrollo, que son los que le sirven de apoyo para la ejecución del software, algunos de los más destacados, por ser los más usados (Pressman, 2010):

- Modelo en cascada o Clásico (modelo tradicional)
- Modelo en espiral (modelo evolutivo)
- Modelo de prototipos
- Desarrollo por etapas
- Desarrollo iterativo y creciente o Interactivo Incremental
- RAD (Rapid Application Development)

### **2.13.7. Métodos de evaluación**

Según Muñoz, Mejía, Calvo, Cuevas, (2012) el objetivo del método de evaluación es:

Evaluar y medir el rendimiento de los procesos software de la organización para establecer rangos de eficiencia en base a “cómo funciona la organización con las mejores prácticas identificadas”. Él método de evaluación propone una forma alternativa para evaluar el rendimiento de los procesos software de una organización al realizar:

1. Un análisis de cobertura entre mejores prácticas internas, indicadores relacionados con los objetivos del negocio y objetivos del negocio.
2. Un análisis de cumplimiento entre objetivos del negocio e indicadores relacionados.

3. Un análisis de priorización entre indicadores; en lugar de la aplicación de cuestionarios aplicados por los métodos de evaluación tradicionales.

Está formado por 7 actividades como sigue:

- 1) Analizar la cobertura de las mejores prácticas internas, indicadores y objetivos del negocio.
- 2) Recoger valores planificados y reales de los indicadores.
- 3) Realizar y llenar la matriz de cumplimiento.
- 4) Establecer el rendimiento de los procesos.
- 5) Realizar los gráficos de rendimiento.
- 6) Analizar y priorizar los indicadores.
- 7) Comunicar los resultados.

#### **2.14. Metodología de Programación Extrema XP**

La programación extrema es una metodología de desarrollo ligero o ágil basada en una serie de valores y de prácticas de buenas maneras que persigue el objetivo de aumentar la productividad a la hora de desarrollar programas.

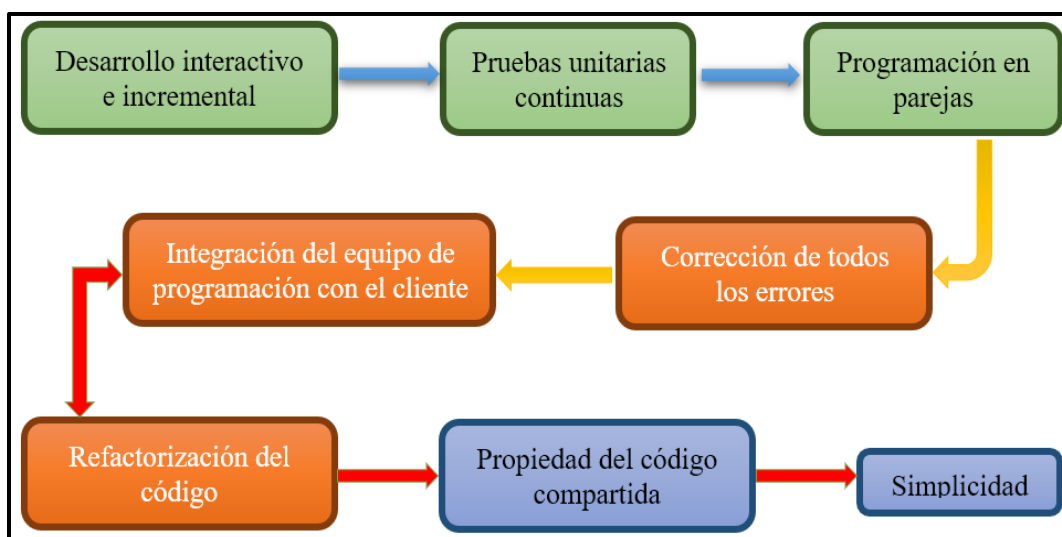
Este modelo de programación se basa en una serie de metodologías de desarrollo de software en la que se da prioridad a los trabajos que dan un resultado directo y que reducen la burocracia que hay alrededor de la programación.

Una de las características principales de este método de programación, es que sus ingredientes son conocidos desde el principio de la informática. Los autores de XP han seleccionado aquellos que han considerado mejores y han profundizado en sus relaciones y en cómo se refuerzan los unos con los otros. El resultado de esta selección ha sido esta metodología única y compacta. Por

esto, aunque no está basada en principios nuevos, sí que el resultado es una nueva manera de ver el desarrollo de software.

El objetivo que se perseguía en el momento de crear esta metodología era la búsqueda de un método que hiciera que los desarrollos fueran más sencillos (Arteaga, Mendoza, Sosa, 2012).

### 2.14.1. Características



*Figura 2. 15 Características de Metodología Programación Extrema (XP)*

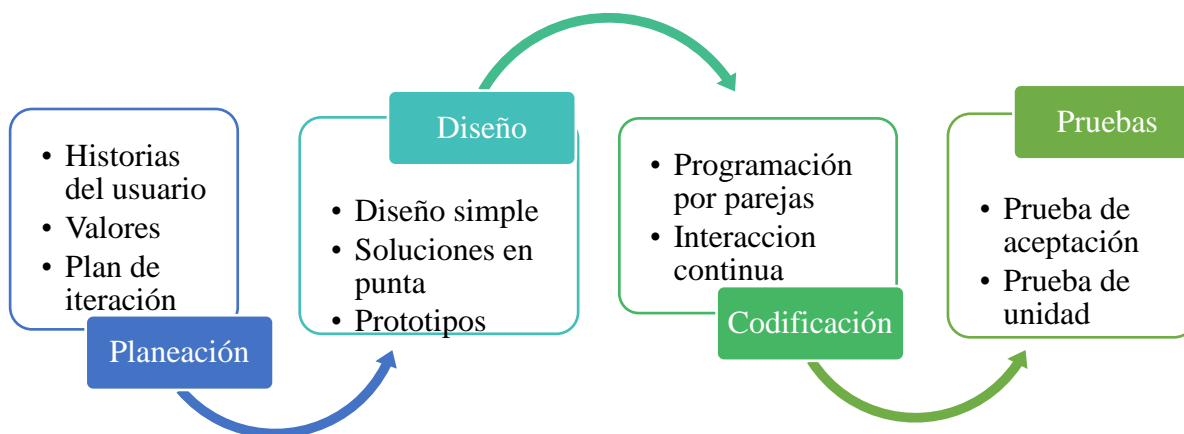
Fuente: Elaboración Propia

- 1) **Desarrollo iterativo e incremental:** pequeñas mejoras, unas tras otras
- 2) **Pruebas unitarias continuas,** frecuentemente repetidas y automatizadas, incluyendo pruebas de regresión. Se aconseja escribir el código de la prueba antes de la codificación.
- 3) **Programación en parejas:** se recomienda que las tareas de desarrollo se lleven a cabo por dos personas en un mismo puesto. Se supone que la mayor calidad del código escrito de esta manera -el código es revisado y discutido mientras se escribe es más importante que la posible pérdida de productividad inmediata.
- 4) **Frecuente integración del equipo de programación con el cliente o usuario.** Se recomienda que un representante del cliente trabaje junto al equipo de desarrollo.



- 5) **Corrección de todos los errores antes de añadir nueva funcionalidad.** Hacer entregas frecuentes.
- 6) **Refactorización del código**, es decir, reescribir ciertas partes del código para aumentar su legibilidad y mantenibilidad, pero sin modificar su comportamiento. Las pruebas han de garantizar que en la refactorización no se ha introducido ningún fallo.
- 7) **Propiedad del código compartida:** en vez de dividir la responsabilidad en el desarrollo de cada módulo en grupos de trabajo distintos, este método promueve el que todo el personal pueda corregir y extender cualquier parte del proyecto. Las frecuentes pruebas de regresión garantizan que los posibles errores serán detectados.
- 8) **Simplicidad en el código:** es la mejor manera de que las cosas funcionen. Cuando todo funcione se podrá añadir funcionalidad si es necesario. La programación extrema apuesta que es más sencillo hacer algo simple y tener un poco de trabajo extra para cambiarlo si se requiere, que realizar algo complicado y quizás nunca utilizarlo.
- 9) **La simplicidad y la comunicación son extraordinariamente complementarias.** Con más comunicación resulta más fácil identificar qué se debe y qué no se debe hacer. Cuanto más simple es el sistema, menos tendrá que comunicar sobre éste, lo que lleva a una comunicación más completa, especialmente si se puede reducir el equipo de programadores (Arteaga, Mendoza, Sosa, 2012).

## 2.14.2. Etapas



*Figura 2.16 Etapas de Metodología de Programación Extrema*

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.14.2.1. Planificación

La actividad de planeación (también llamada juego de planeación) comienza escuchando – actividad para recabar requerimientos que permiten que los miembros técnicos del equipo XP entiendan el contexto del negocio para el software y adquieren la sensibilidad de la salida y características principales y funcionalidad que se requieren-. Escuchar lleva a la creación de algunas “historias” (también llamadas historias del usuario) que describen la salida necesaria, características y funcionalidad del software que se va a elaborar. Cada historia (similar a los casos de usos) es escrita por el cliente y colocada en una tarjeta indizada. El cliente asigna un valor (es decir, una prioridad) a la historia con base en el valor general de la característica o función para el negocio. Después, los miembros del equipo XP evalúan cada historia y le asignan un costo, medido en semanas de desarrollo. Si se estima que la historia requiere más de 3 semanas de desarrollo, se pide al cliente que la descomponga en historias más chicas y de nuevo se asigna un valor y costo. Es importante observar que en cualquier momento es posible escribir nuevas historias.

Los clientes y desarrolladores trabajan juntos para decidir cómo agrupar las historias en la siguiente entrega (el siguiente incremento de software) que desarrollará el equipo XP. Una vez que se llega a un compromiso sobre la entrega (acuerdo sobre las historias por incluir, la fecha de entrega y otros aspectos del proyecto), el equipo XP ordena las historias que serán desarrolladas en una de 3 formas:

- 1) Todas las historias se implementarán de inmediato (en pocas semanas).
- 2) Las historias con más valor entrarán a la programación de actividades y se implementarán en primer lugar.
- 3) Las historias más riesgosas formarán parte de la programación de actividades y se implementarán primero.

Después de la primera entrega del proyecto (también llamada implemento de software) el equipo XP calcula la velocidad de éste. En pocas palabras, la velocidad del proyecto es el número de historias de los clientes implementados durante la primera entrega. La velocidad del proyecto se usa para:

- 1) Ayudar a estimar las fechas de entrega y programar las actividades para las entregas posteriores.
- 2) Determinar si se ha hecho un gran compromiso para todas las historias durante todo el desarrollo del proyecto. Si esto ocurre, se modifica el contenido de las entregas o se cambian las fechas de entrega final.

A medida que avanza el trabajo, el cliente puede agregar historias, cambiar el valor de una ya existente, descomponerlas o eliminarlas. Entonces, el equipo XP reconsidera todas las entregas faltantes y modifica sus planes en consecuencia (Arteaga, Mendoza, Sosa, 2012).

### 2.14.2.2. *Diseño*

El diseño XP sigue rigurosamente el principio MS (mantenlo sencillo). Un diseño sencillo siempre se prefiere sobre una representación más compleja. Además, el diseño guía la implementación de una historia conforme se escribe: Nada más y nada menos. Se desalienta el diseño de funcionalidad adicional porque el desarrollador supone que se requería después.

XP estimula el uso de tarjetas CRC como un mecanismo eficaz para pensar en el software en un contexto orientado a objetos. Las tarjetas CRC (clase-responsabilidad-colaborador) identifican y organizan las clases orientadas a objetos que son relevantes para el incremento actual de software. Las tarjetas CRC son el único producto de trabajo de diseño que se generan como parte del proceso XP.

Sin el diseño de una historia se encuentra un problema de diseño difícil, XP recomienda la creación inmediata de un prototipo operativo de esa porción del diseño. Entonces, se implementa y evalúa el prototipo del diseño, llamado solución en punta. El objetivo es disminuir el riesgo cuando comience la implementación verdadera y validar las estimaciones originales para la historia que contiene el problema de diseño.

XP estimula el rediseño, técnica de construcción que también es un método para la optimización del diseño.

Fowler describe el rediseño del modo siguiente:

Rediseño es el proceso mediante el cual se cambia un sistema de software en forma tal que no altere el comportamiento externo del código, pero si mejore la estructura interna. Es una manera disciplinada de limpiar el código que minimiza la probabilidad de introducir

errores. En esencia, cuando se rediseña, se mejora el diseño del código después de haber sido escrito.

Como el diseño XP virtualmente no utiliza notación y genera pocos, si alguno, productos del trabajo que no sean tarjetas CRC y soluciones en punta, el diseño es visto como un artefacto en transición que puede y debe modificarse continuamente a medida que avanza la construcción.

El objetivo del rediseño es controlar dichas modificaciones, sugiriendo pequeños cambios en el diseño que “son capaces de mejorarlo en forma radical.

Sin embargo, debe notarse que el esfuerzo que requiere el rediseño aumenta en forma notable con el tamaño de la aplicación.

Un concepto central en XP es que el diseño ocurre tanto antes como después de que comienza la codificación. Rediseñar significa que el diseño se hace de manera continua conforme se construye el sistema. En realidad, la actividad de construcción en sí misma dará al equipo XP una guía para mejorar el diseño (Arteaga, Mendoza, Sosa, 2012).

#### **2.14.2.3. Codificación**

Después de que las historias han sido desarrolladas y de que se ha hecho el trabajo de diseño preliminar, el equipo no inicia la codificación, sino que desarrolla una serie de pruebas unitarias a cada una de las historias que se van a incluir en la entrega en curso (incremento de software). Una vez creada la prueba unitaria, el desarrollador está capacitado para centrarse en lo que debe implementarse para pasar la prueba. No se agrega nada extraño (MS). Una vez que el código está terminado, se le aplica de inmediato una prueba unitaria, con lo que se obtiene retroalimentación instantánea para los desarrolladores.

Un concepto clave durante la actividad de codificación (y uno de los aspectos de los que más se habla en la XP) es la programación por parejas. XP recomienda que dos personas trabajen juntas en una estación de trabajo con el objeto de crear código para una historia. Esto da un mecanismo para la solución de problemas en tiempo real y para el aseguramiento de la calidad también en tiempo real. También mantiene a los desarrolladores centrados en el problema que se trate. En la práctica, cada persona adopta un papel un poco diferente. Por ejemplo, una de ellas tal vez piense en los detalles del código de una porción particular del diseño, mientras la otra se asegura de que siguen los estándares de codificación (parte necesaria de XP) o de que el código para la historia satisfará la prueba unitaria desarrollada a fin de validar el código confrontándolo con la historia.

A medida que las parejas de programadores terminan su trabajo, el código que desarrollan se integra con el trabajo de los demás. En ciertos casos, esto lo lleva a cabo a diario un equipo de integración. En otros, las parejas de programadores tienen la responsabilidad de la integración. Esta estrategia de “integración continua” ayuda a evitar los problemas de compatibilidad e interfaces y brinda un ambiente de “prueba de humo” que ayuda a descubrir a tiempo los errores (Arteaga, Mendoza, Sosa, 2012).

#### **2.14.2.4. Pruebas**

La creación de pruebas unitarias antes de que comience la codificación es un elemento clave del enfoque de XP. Las pruebas unitarias que se crean deben implementarse con el uso de una estructura que permita automatizarlas (de modo que puedan ejecutarse en repetidas veces y con facilidad). Esto estimula una estrategia de pruebas de regresión, siempre que se modifique el código (lo que ocurre con frecuencia, dada la filosofía del rediseño en XP).

A medida que se organizan las pruebas unitarias individuales en un “grupo de prueba universal” [Wel99], las pruebas de la integración y validación del sistema puede efectuarse a diario. Esto da el equipo XP una indicación continua del envase y también lanza señales de alerta si las cosas marchan mal. Wells dice: “corregir pequeños problemas cada cierto número de horas toma menos tiempo que resolver problemas enormes justo antes del plazo final.”

Las pruebas de aceptación XP, también llamadas pruebas del cliente son especificadas por el cliente y se centran en las características y funcionalidad generales del sistema que son visibles y revisables por parte del cliente (Arteaga, Mendoza, Sosa, 2012).

### **2.14.3. Fases**

Según Vila, L., (2016) Las fases se dividen en:

#### **1. Entender lo que el cliente necesita > Fase de Exploración**

- ✓ Historias de usuario.
- ✓ Iteraciones:
- ✓ Velocidad del proyecto.
- ✓ Programación en pareja.
- ✓ Reuniones diarias.

#### **2. Estimar el esfuerzo > Fase de Planificación**

- ✓ Diseños simples.
- ✓ Glosarios de términos.
- ✓ Riesgos.
- ✓ Funcionalidad extra.

- ✓ Tarjetas C.R.C.<sup>11</sup>

### 3. Crear la solución > Fase de Iteraciones

### 4. Entregar el producto final al cliente > Fase de puesta en producción

- ✓ El uso de los test en Programación Extrema es el siguiente.
- ✓ Test de aceptación.

## 2.15. Métricas de Calidad QSOS

Según Ramos y Páez (2011):

El método QSOS, concebido para calificar, seleccionar y comparar el software de código libre y abierto de forma objetiva, trazable y argumentada... Se estudia también las posibilidades de extrapolar sus funcionalidades para analizar y seleccionar software para la aplicación en procesos educativos. El método QSOS está disponible bajo los términos de la GNU Free Documentation License.<sup>12</sup>

### 2.15.1. Pasos

Según Pereira, Ayaach, Quintero (2011):

#### **Paso 1: Definición**

El objetivo de este paso es definir varios elementos de la tipología a ser utilizada por los 3 pasos que siguen. Los marcos de referencia son:

1. Familia de Software. Este aspecto responde la pregunta “¿Qué tipo de software estamos analizando?”.

---

<sup>11</sup> Clase-Responsabilidad-Colaboración.

<sup>12</sup> Licencia de un sistema operativo portable multitarea y multiusuario, incluye una colección de muchos programas.



2. Tipos de Licencia: Clasificación de las licencias más comunes de Software Libre y de código abierto.
3. Tipos de comunidades: Clasificación de las comunidades que pueden desarrollar Software Libre u Open Source.<sup>13</sup>

## **Paso 2: Evaluación**

Este paso tiene como objetivo la colección de información por parte de las comunidades de código abierto. Esta evaluación comprende la elaboración de la tarjeta de identificación del software, así como la elaboración de la hoja de evaluación del software.

La tarjeta de identificación del software contiene datos y hechos acerca del software, es utilizada como base para el proceso de evaluación. Contiene elementos como nombre, fechas de creación, tipo de software autores, descripción general, los servicios que presenta, aspectos técnicos y funcionales, entre otros.

Por otra parte, la hoja de evaluación, contempla la identificación, descripción y análisis en detalle de cada versión que se presenta del software.

La tarjeta de identificación cubre lo siguiente:

- Información general.
- Nombre del software
- Referencia, fecha de creación, fecha de elaboración de esta tarjeta
- Autor
- Tipo de software

---

<sup>13</sup> Es un código diseñado de manera que sea accesible al público: todos pueden ver, modificar y distribuir el código de la forma que consideren

### Paso 3: Calificación

El objetivo de este paso es definir las dimensiones que traduzcan las necesidades y restricciones relacionadas con la selección del software de código abierto en un contexto específico.

Para lo cual se toma en cuenta: calidad del sistema, calidad de información, calidad del servicio y otros.

### Paso 4: Selección

Este paso tiene como objetivo identificar el software que contenga y satisfaga los requerimientos de usuario, o de manera más general permita la comparación de software de una misma familia. Puede ser de dos modos: un modo estricto (selección estricta), y otro un poco más holgado (selección holgada).

- La selección estricta se basa en la eliminación del software tan pronto como el software no cumpla con lo formulado en el paso de **calificación**. Este método es muy restrictivo y puede no seleccionar software alguno.
- La selección holgada se basa en darle puntuación nuevamente al software dependiendo de lo obtenido en el paso de Evaluación. Al final se escoge el software con más (o menos) puntos

#### 2.15.2. Factores

**Tabla 4** Dimensión, criterios y características para el producto QSOS

Dimensión	Criterios	Características	Descripciones (pregunta relacionada)
Calidad del Sistema	Fiabilidad	Fiabilidad	Se utiliza para indicar la madurez del software en el mercado. (¿El software es nuevo en el mercado?)

		Popularidad	Se usa para indicar la popularidad del software y está disponible referencias en el mercado. (¿Tiene este software usuario numeroso? Cualquier libro / sitio web / foro / blog escrito acerca de este software disponible en el mercado?)	
		Disponibilidad	Se utiliza para medir la calidad del sistema de soporte disponible para el software. (¿Este software se lanza con frecuencia nueva versión de software?)	
	Usabilidad	Aprendizaje	Se utiliza para indicar la calidad de la capacidad de aprendizaje del sistema. (¿Qué tan fácil de aprender o entender el software sin usar el manual del usuario?)	
		Operabilidad	Se utiliza para medir la operabilidad del sistema. (¿El software es fácil de operar?)	
		Accesibilidad	¿Es fácil acceder a este software sin otro tercero? software de fiesta o complemento?	
		Estética de la interfaz de usuario	¿La interfaz de usuario es adecuada con su funcionalidad de software?	
	Eficacia del rendimiento	Comportamiento temporal	¿Este software es fácil de instalar/configurar y operar en poco tiempo?	
		Utilización de los recursos	¿Este software utiliza recursos mínimos/limitados o puede utilizarse con los recursos existentes (por ejemplo: servidor, sistema operativo )?	
	Funcionalidad	Complejidad funcional	¿Cumple el software con las expectativas y requisitos del usuario?	
		Corrección funcional	¿Proporciona el software la salida correcta como la expectativa del usuario?	
		Adecuación funcional	¿Funciona el software adecuadamente?	
	<b>Calidad de la información</b>	Mantenibilidad	Modularidad	Se utiliza para indicar la calidad del código fuente. (¿El código es estructural y legible? ¿Qué tan bien está diseñado el software?)
			Modificabilidad	¿Qué tan fácil es adaptar el sistema a las necesidades del usuario?
			Reutilización	¿Qué tan fácil es reutilizar o ampliar el código para una mayor extensión o integración?
Probabilidad			¿Está el software libre de errores?	

	Seguridad	Confidencialidad	¿Qué tan seguros son los datos y el software? ¿Cuánta confianza en que el software está libre de vulnerabilidades?
		Integridad	¿Tiene el software algún mecanismo de control para asegurar la integridad del sistema?
		Autenticidad	¿Proporciona el software un nivel de autenticación del usuario?
Calidad del servicio	Tangible	Soporte	¿Se presta algún tipo de apoyo comunitario o comercial?
		Documentación	¿Documentación completa proporcionada? ¿El manual técnico y el manual de usuario?
	Fiabilidad	Versión	Se utiliza para medir si la comunidad ha desarrollado pensamientos y planes claros sobre las características que se añadirán en el futuro. (¿La versión del software se publica según el tiempo previsto o esperado con una funcionalidad principalmente nueva?
	Capacidad de respuesta	Comunidad	Se utiliza para indicar la capacidad de respuesta de la comunidad. ¿Qué tan activa es la comunidad para el software?
	Garantía	Competencia	¿Posee la comunidad las habilidades y conocimientos necesarios?
		Credibilidad	¿El equipo de desarrollo y la comunidad tienen un buen historial? ¿Cuántos errores se arreglaron en los últimos meses?
	Empatía	Comunicación	¿La comunidad reconoce sus problemas y ayuda para resolverlo?
Otros	Competencia	Habilidad	¿Cuántos técnicos internos están capacitados con las herramientas y el lenguaje que utiliza este software?

*Nota.* Recuperado de Revista Internacional de Avances en Tecnología Informática 4 (noviembre, 2012). Por Yusmadi Jusoh, Khadijah Chamili, Jamaiah Yahaya y Noraini Che Pa.

## 2.16. Costos – COCOMO I

El Modelo Constructivo de Costes COCOMO es utilizado en proyectos de software para estimar los costes del mismo en función de tres grados: básico, intermedio y detallado (Gil, 2012).

### 2.16.1. Características

- Está basado en modelos de estimaciones matemáticas.

- Está orientado al producto final, no a fases intermedias.
- Se basa en la cantidad de líneas de código del proyecto.

### 2.16.2. Modelos

Según Martínez, López, Medina, Rangel (2012):

- **Modelos orgánicos**

Proyectos de software relativamente pequeño y sencillo en los que pequeños equipos con buena experiencia en la aplicación trabajan en un conjunto de requerimientos poco rígidos.

- **Modelos semi-acoplado**

Un proyecto de software intermedio en tamaño y complejidad en el cual equipos con distintos niveles de experiencia debe satisfacer requerimientos poco y medio rígidos.

- **Modo acoplado**

Un proyecto de software que debe ser desarrollado dentro un conjunto escrito de hardware, software y de restricciones operativas.

**Tabla 5** *Esquema de modos de desarrollo de software*

<b>Modo de desarrollo</b>	<b>Requisitos</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Complejidad</b>	<b>Personas</b>	<b>Experiencia</b>
<b>Orgánico</b>	Poco rígidos	Pequeño (<50KLDC)	Pequeña	Pocas	Mucha
<b>Semiacoplado</b>	Poco/medio	Medio (50 a 300KLDC)	Medio	Medio	Medio
<b>Acoplado</b>	Alto	Grande (>300KLDC)	Alta	Alta	Poca

*Nota.* Recuperado de Uniciencia. (junio, 2018). Por Gabriela Garita-González y Flavio Lizano Madriz.

### 2.16.3. Grados

Los grados en COCOMO I se dividen en dos: Básico e intermedio.

**Tabla 6** *Valores constantes por modo de desarrollo*

Modo de desarrollo	COCOMO		b	c	d
	Básico “a”	Intermedio “A”			
<b>Orgánico</b>	2.4	3.2	1.05		0.38
<b>Semi-acoplado</b>		3.0	1.12	2.50	0.35
<b>Acoplado</b>	3.6	2.8	1.20		0.32

*Nota.* Recuperado de Uniciencia. (junio, 2018). Por Gabriela Garita-González y Flavio Lizano Madriz

### 2.16.4. Aplicación

En función de la precisión que necesitemos en la estimación podemos utilizar tres desarrollos diferentes del modelo.

**Tabla 7** *Ecuaciones por tipo de modelo de COCOMO: Básico e intermedio*

Ecuación	Submodelo básico	Submodelo intermedio
<b>Esfuerzo (E)</b>	$(E) = a * (KLCO)^b$	$(E) = a * (KLCO)^b * ME$
<b>Tiempo (T)</b>	$(T) = c * (E)^d$	$(T) = c * (E)^d$
<b>Personal (P)</b>	$(P) = E/T$	$(P) = E/T$

*Nota.* Recuperado de Uniciencia. (junio, 2018). Por Gabriela Garita-González y Flavio Lizano Madriz

Donde:

E. = Es el esfuerzo medido en personas/mes

Tdev. = Es el tiempo estimado en meses

P. = Es el número de personas requerido para el proyecto

a, b. = Son constantes con valores definidos según cada modo y cada modelo

c, d. = Son constantes con valores definidos según cada modo

KLOC. = Son el número de miles de líneas de código fuente que tiene el software que estamos intentado estimar. (Gómez, 2013).



---

# CAPÍTULO III

## MARCO APLICATIVO

---



### **3.1. Introducción**

En el trabajo de investigación se decidió desarrollar e implementar un primer prototipo de aplicación móvil llamada “ARODT” (Realidad Aumentada para Odontología) para la carrera de odontología dirigida para los estudiantes de primer año, en cual se trabajó con dos materias como se muestra a continuación:

- ✓ Anatomía humana
- ✓ Embriología.

Tal que, en la Carrera de Odontología de la Universidad Pública de El Alto, imparten seis materias, pero las dos materias son seleccionadas por el hecho de haber realizado una entrevista con el director de carrera y jefes de cátedra, se llegó a un consenso de estas materias dado que cuenta con más gráficos explicativos y es la razón por la cual son establecidas para el uso en la aplicación.

Para la realización de la aplicación de realidad aumentada, se establece que cuenta con la información determinada para cada gráfico correspondiente tanto en Anatomía Humana como Embriología.

### **3.2. Insumos de la Realidad Aumentada**

#### **3.2.1 Planificación de Contenido Educativo**

Este es el contenido fue proporcionado por los Jefes de Cátedra tanto como de Anatomía Humana al igual que Embriología el cual se tomó en cuenta para la incorporación en la aplicación de realidad aumentada.



**Tabla 8** *Contenido de anatomía humana*

<b>ANATOMÍA HUMANA</b>
<b>UNIDAD I. Introducción y osteología</b>
1. Generalidades de anatomía macroscópica
2. Esqueleto de la cabeza huesos del cráneo
3. Esqueleto de la cabeza huesos del cráneo
4. Cráneo en general
5. Huesos de la cara I

*Nota.* Recuperado de Plan de Estudios Licenciatura en Odontología (2015)

**Tabla 9** *Contenido de Embriología*

<b>EMBRIOLOGÍA</b>
<b>UNIDAD II. Embriología humana</b>
1. Generalidades de embriología humana.
2. Órganos reproductores femeninos
3. Fisiología del aparato reproductor femenino.
4. Gametogénesis.
5. Primera semana del desarrollo.
6. Segunda semana del desarrollo.
7. Periodo fetal.
8. Noveno mes.

*Nota.* Recuperado de Plan de Estudios Licenciatura en Odontología (2015)

### **3.2.2 Contenido de Información**

Para la información de los temas como los gráficos que contiene la aplicación de realidad aumentada se toma en cuenta como guía los siguientes textos:

**Tabla 10** *Textos de referencia*

MATERIA	TEXTO A UTILIZAR
<b>Antonia humana</b>	Anatomía humana (módulo I) Autor: Henri Rouviere, Andre Delmas
<b>Embriología:</b>	Embriología médica (Con orientación clínica) Autor:Lagman

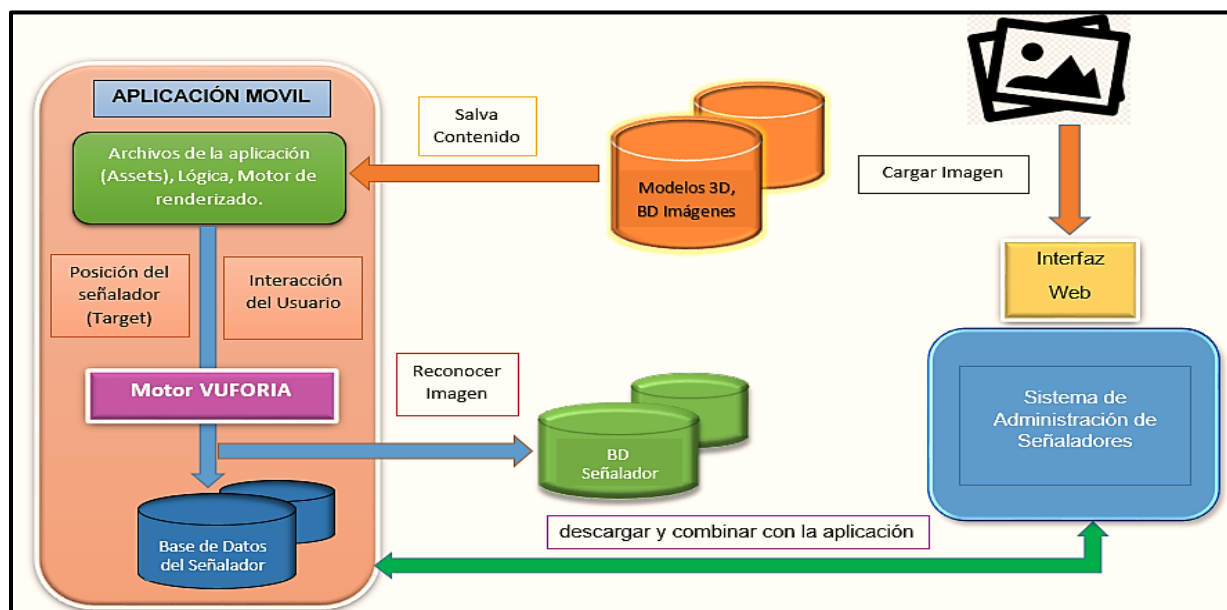
*Nota.* Elaboración Propia

De estos textos se arma una cartilla tanto de anatomía humana como de embriología para que se utilicen como señaladores importantes para el funcionamiento de la aplicación de realidad aumentada

### 3.3. Estructura del software Móvil

#### 3.3.1. Diagrama de la arquitectura de la aplicación

La arquitectura de desarrollo de software brindado por Vuforia, en este punto muestra con detalle las características del Vuforia SDK, se expone las herramientas de desarrollo que se emplea en la aplicación para la implementación de las funcionalidades de realidad aumentada.



**Figura 3.1** *Arquitectura de Aplicación de Realidad Aumentada*

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4. Diagrama de Flujo

Una aplicación de Realidad Aumentada señalada en Vuforia y Unity consta de una serie de pasos a seguir. A continuación, en la Figura. 3.2. se visualiza los pasos:

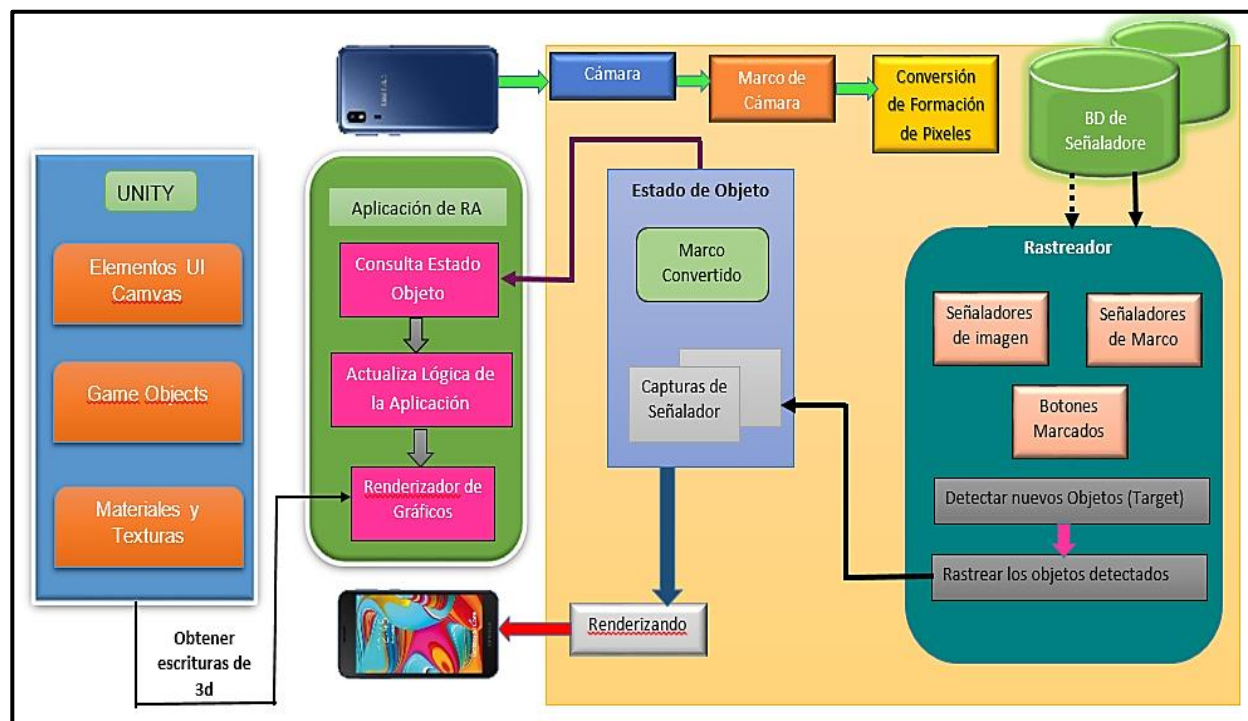


Figura 3.2 Diagrama de Aplicación de Realidad Aumentada

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5. Desarrollo mediante Metodología XP

#### 3.5.1. Integrantes y roles

Se manejan roles, esto indica que dentro de un equipo de desarrollo cada uno de estos tienen asignadas tareas dependientes de su rol correspondiente:

Tabla 11 Roles XP

Tesista	Grupo	Roles Xp	Metodología
Yhara Silva	A	Gerente	
Leyda Ticona			
Yhara Silva	A	Rastreador	
Leyda Ticona			

Yhara Silva	A	Ensayador	
Leyda Ticona		(Tester)	
Yhara Silva	A	Programador	XP
Leyda Ticona			
Yhara Silva	A	Diseñador	
Leyda Ticona			
Yhara Silva	Consultoras XP	Entrenador	
Leyda Ticona			
Estudiantes	Cliente	Cliente	

*Nota.* Elaboración Propia

### 3.5.2. Plan de entrega

- **Primera iteración**

Se tiene el modelo de la interfaz terminada, desde su inicio, forma de arranque e interfaz de usuario.

- **Segunda iteración**

Es el acabado de los diseños 3D y selección de material informativo.

- **Tercera iteración**

Finalización de los módulos del software, material educativo desarrollado en la segunda iteración y se compila el primer prototipo funcional.

### 3.5.3. Fase de planeación

#### 3.5.3.1. Primera iteración

**Tabla 12** *Historial de Usuario N°1*

<b>Número:</b> 1	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Pantalla de inicio
<b>Usuario:</b> Estudiante	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad de Desarrollo:</b> Bajo	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en desarrollo:</b> Bajo	
<b>Descripción</b>	La aplicación mostrará un inicio donde estarán los módulos correspondientes, para un fácil manejo y comprensión del usuario.

*Nota.* Para la primera historia se tiene como objetivo la creación de pantalla de inicio de la aplicación donde se mostrará los módulos correspondientes de cada materia, el cual tendrá un diseño funcional.

**Tabla 13** *Historial de Usuario N°2*

<b>Número: 2</b>	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Manual de Ayuda
<b>Usuario:</b> Estudiante	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad de Desarrollo:</b> Medio	<b>Puntos Estimados:</b> 2
<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio	
<b>Descripción</b>	En caso de los usuarios que no estén acostumbrados al diseño, puede que se les dificulte un poco por esa razón es importante que se cuente con una sección de ayuda.

*Nota.* La historia número dos, el usuario es muy importante por lo que la aplicación contará con un manual de ayuda, este servirá de ayuda para que el usuario final al ingresar por primera vez, cuente con una guía del funcionamiento de la aplicación

**Tabla 14** *Historial de Usuario N.º 3*

<b>Número: 3</b>	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Botones con imagen
<b>Usuario:</b> Estudiante	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad de Desarrollo:</b> Alto	<b>Puntos Estimados:</b> 2
<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio	
<b>Descripción</b>	La aplicación deberá contar con botones sencillos y amigables para que el usuario pueda hacer uso de estos sin dificultad.

*Nota.* El menú desplegable y los botones de la aplicación ofrecerán opciones al usuario final, hacia qué modelo u opción va a querer referirse para su uso, estos botones deben ser amigables e intuitivos para ofrecer las opciones necesarias.

### 3.5.3.2. *Segunda iteración*

**Tabla 15** *Historial de Usuario N.º 4*

<b>Número: 4</b>	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Modelos 3D
<b>Usuario:</b> Estudiante	<b>Iteración Asignada:</b> 2
<b>Prioridad de Desarrollo:</b> Alto	<b>Puntos Estimados:</b> 3
<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto	
<b>Descripción</b>	Los textos contienen muchas imágenes que sirven para completar la información educacional. Pero sin duda las imágenes en tres dimensiones o imágenes 3D tiene un grado visual elevado que ofrece una mejor experiencia en el aprendizaje. También llaman la atención de los estudiantes, es por eso que es muy importante para la aplicación.

*Nota.* Para la cuarta historia los modelos 3D son muy importantes ya que conllevan un alto desarrollo y riesgo elevado ya que son estos los que van a hacer la realidad aumentada un trabajo arduo.

**Tabla 16** *Historial de Usuario N.º 5*

<b>Número:</b> 5	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Información en Modelos 3D y Animación
<b>Usuario:</b> Estudiante	<b>Iteración Asignada:</b> 2
<b>Prioridad de Desarrollo:</b> Medio	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en desarrollo:</b> Bajo	
<b>Descripción</b>	Cuando se obtenga la finalización de los modelos 3D, será de mucha utilidad implementar las partes necesarias de cada imagen en la pantalla acerca de los modelos, como también se implementará animación en algunos de los modelos.

*Nota.* En la aplicación además de visualizar modelos 3D en caso que sea necesario se implementarán sus partes en los respectivos modelos, que brindara al usuario final información importante y destacada de los modelos, que sirva para repasar la información necesaria para el usuario final, como también se destacara su animación en algunos modelos.

### 3.5.3.3. *Tercera iteración*

**Tabla 17** *Historial de Usuario N.º 6*

<b>Número:</b> 6	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Interacción del Usuario con aplicación de Realidad Aumentada como Herramienta Orientada al Proceso de Enseñanza Y Aprendizaje
<b>Usuario:</b> Estudiante / Docente	<b>Iteración Asignada:</b> 3
<b>Prioridad de Desarrollo:</b> Alto	<b>Puntos Estimados:</b> 3
<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto	
<b>Descripción</b>	Después de tener los modelos 3D definidos y todo el contenido en la realidad aumentada, es muy importante hacer a los objetos capaces de interactuar con los usuarios que estén haciendo uso de la aplicación, para una mejor enseñanza y también incrementar la curva de aprendizaje.

*Nota.* Para la sexta historia es importante la interacción del usuario con la aplicación.

### 3.5.3.4. *Cronograma por iteración*

El cronograma muestra los tiempos por cada iteración que apoya el proyecto.

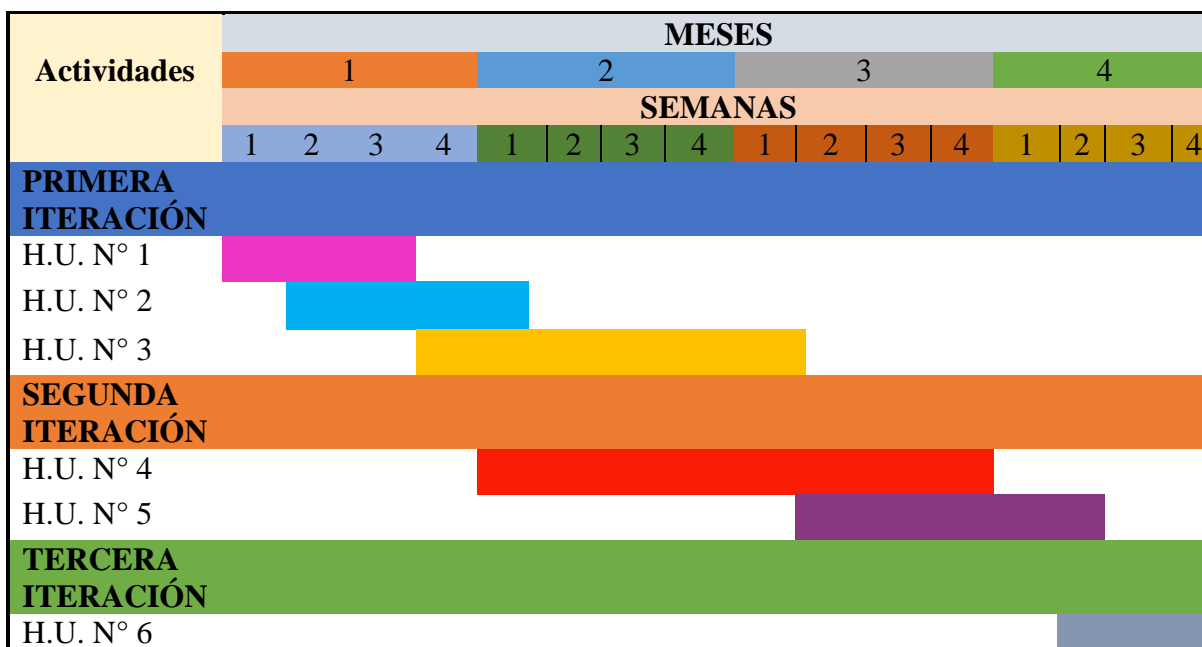


Figura 3.3 Cronograma de iteraciones  
Fuente: Elaboración propia

### 3.5.3.5. Tabla de historias de usuario

Tabla 18 Historial de usuarios

N°	NOMBRE	PRIORIDAD	RIESGO	ESFUERZO	ITERACIÓN
1	Pantalla de inicio	Bajo	Bajo	1	1
2	Manual ayuda	Medio	Medio	2	1
3	Botones con imagen	Alto	Medio	2	1
4	Modelos 3D	Alto	Alto	3	2
5	Información en pantalla de modelos 3D	Medio	Alto	1	2
6	Interacción del usuario con aplicación para enseñanza y aprendizaje.	Alto	Alto	3	3

Nota. La tabla muestra la **Prioridad**, **Riesgo** y **Esfuerzo** de cada iteración, esta información parte de la elaboración del cronograma, se da importancia a las iteraciones de mayor riesgo para el desarrollo de la aplicación.

### 3.5.3.6. Tarjetas de tarea

#### 3.5.3.6.1. Primera iteración

**Tabla 19** Tarjeta de tarea N.º 1

<b>Nombre Tarea</b>	Creación de pantalla de inicio
<b>Tipo de Tarea</b>	Diseño y Desarrollo
<b>Puntos Estimados</b>	3
<b>Programador Responsable</b>	Yhara Belen Silva Guzmán Leyda Salet Ticona Flores
<b>Descripción</b>	Después de tener los modelos 3D definidos y todo el contenido en la realidad aumentada, es muy importante hacer a los objetos capaces de interactuar con los usuarios que usen la aplicación, para una mejor enseñanza e incrementar la curva de aprendizaje.

**Tabla 20** Tarjeta de tarea N.º 2

<b>Nombre Tarea</b>	Desarrollo de manual ayuda
<b>Tipo de Tarea</b>	Diseño y Desarrollo
<b>Puntos Estimados</b>	5
<b>Programador Responsable</b>	Yhara Belen Silva Guzmán Leyda Salet Ticona Flores
<b>Descripción</b>	Se diseño el manual de ayuda con imágenes Animadas diseñadas para ser de utilidad en la aplicación.

**Tabla 21** Tarjeta de tarea N.º 3

<b>Nombre Tarea</b>	Desarrollo de botones
<b>Tipo de Tarea</b>	Diseño y Desarrollo
<b>Puntos Estimados</b>	7
<b>Programador Responsable</b>	Yhara Belen Silva Guzmán Leyda Salet Ticona Flores
<b>Descripción</b>	Se implementó imágenes para su estética y se creó script para el uso de los botones.

#### 3.5.3.6.2. Segunda iteración

**Tabla 22** Tarjeta de tarea N.º 4

<b>Nombre Tarea</b>	Diseño y modelado de objetos 3D
<b>Tipo de Tarea</b>	Diseño y Desarrollo



<b>Puntos Estimados</b>	9
<b>Programador Responsable</b>	Yhara Belen Silva Guzmán Leyda Salet Ticona Flores
<b>Descripción</b>	Se hizo uso de Blender para el diseño y modelado de la imagen 3D como también su color y texturas que forman parte de la aplicación.

**Tabla 23** Tarjeta de tarea N.º 5

<b>Nombre Tarea</b>	Desarrollo de información para los modelos virtuales y Animación.
<b>Tipo de Tarea</b>	Diseño y Desarrollo
<b>Puntos Estimados</b>	7
<b>Programador Responsable</b>	Yhara Belen Silva Guzmán Leyda Salet Ticona Flores
<b>Descripción</b>	Los modelos 3D son la fuente del conocimiento, para esto se incorporó las partes correspondientes en cada modelo, también se implementó animación en algunos de los objetos 3D para un mayor entendimiento.

#### 3.5.3.6.3. Tercera iteración

**Tabla 24** Tarjeta de tarea N.º 6

<b>Nombre Tarea</b>	Desarrollo de medidas que permitan interactuar al usuario con los modelos virtuales de la aplicación.
<b>Tipo de Tarea</b>	Diseño y Desarrollo
<b>Puntos Estimados</b>	9
<b>Programador Responsable</b>	Yhara Belen Silva Guzmán Leyda Salet Ticona Flores
<b>Descripción</b>	Es necesario la instauración de las características para la aplicación, por ejemplo: el acercamiento de las imágenes, la rotación de cada uno, para que el usuario interactúe con las mismas.

### 3.5.4. Fase de diseño

#### 3.5.4.1. Iconos y pantallas de inicio de aplicación

El logotipo tiene como fin identificar la aplicación en la pantalla del dispositivo.



*Figura 3.4 Logotipo de aplicación*

Fuente: Elaboración propia

La pantalla de inicio muestra información de la aplicación como también los módulos correspondientes de cada materia la cual se brinda, entre otros.



*Figura 3.5 Pantalla de inicio prototipo*

Fuente: Elaboración Propia

#### **3.5.4.2. Interfaz de usuario**

La interfaz de usuario es muy sencilla y comprensible, ya que la interacción de los usuarios hacia los objetos, es principalmente el manejo físico con los señaladores (objetos) que están en conjunto

con determinado texto educativo, y la pantalla del dispositivo móvil sirve como medio de visualización del entorno real con los objetos virtuales.

### 3.5.4.3. Botones de aplicación

Los botones de la aplicación dirigen hacia el modelo que se desea visualizar a continuación se muestra una imagen con el módulo de anatomía humana.



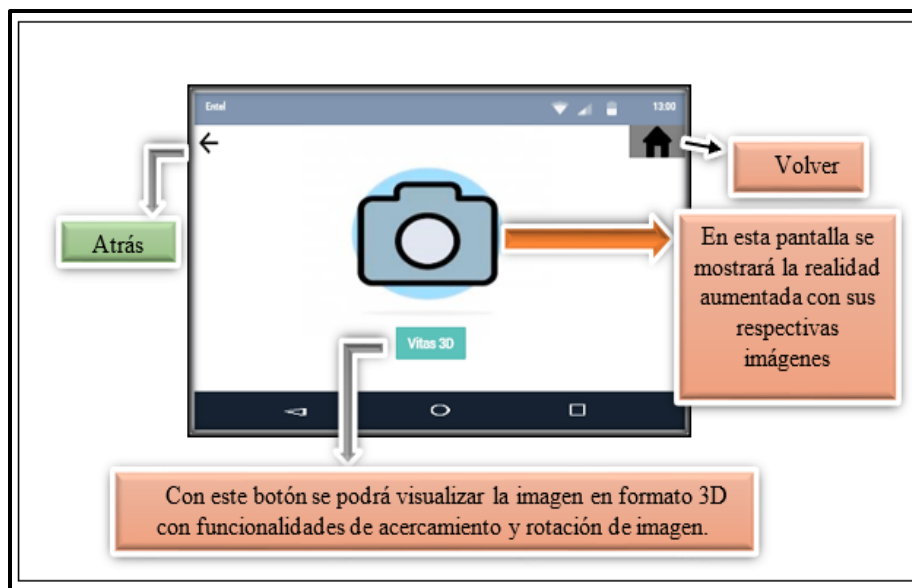
**Figura 3.6 Botones de aplicación**

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.4.4. Información de pantalla

Al momento de ejecutar los botones para dirigirse hacia el modelo que se desea, la cámara del dispositivo toma el control, internamente la aplicación escanea los patrones de la imagen que corresponde a un marcador definido en la base de datos de los señaladores de la aplicación y finalmente se muestra el resultado.

Es importante que paralelamente a la vista en pantalla del dispositivo de captura de la cámara, muestre indicadores básicos del funcionamiento de la aplicación.

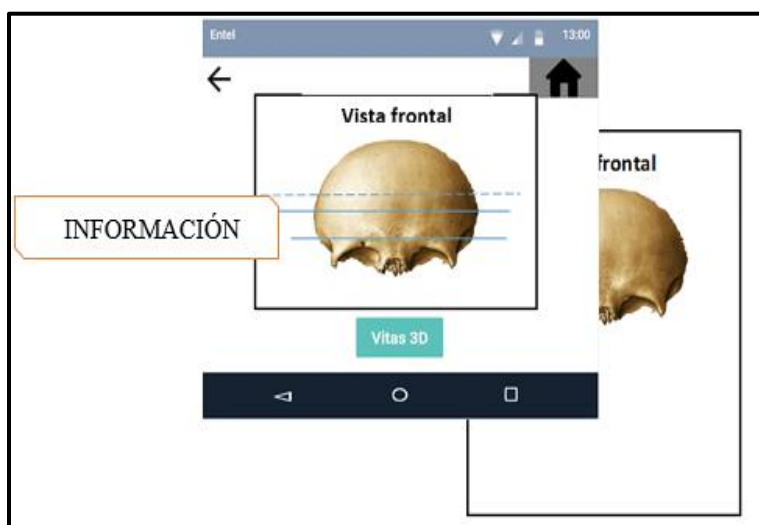


**Figura 3.7 Pantalla de visión y funcionalidad**

Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.4.5. Reconocimiento de imagen

En esta pantalla se muestra el funcionamiento de la aplicación, la búsqueda de una relación con la imagen en la estructura de Unity, surgen los nombres de las partes respectivas de cada modelo una vez que se haya reconocido la imagen.



**Figura 3.8 Reconocimiento de imagen**

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.5. Fase de codificación

#### 3.5.5.1. Primera iteración

##### 3.5.5.1.1 Pantalla de inicio

Se desarrolló la pantalla de inicio con su respectivo logo realizado mediante la aplicación Canva (editor de logotipos), la pantalla de inicio muestra los módulos respectivos de cada materia, el cuál sirve como carta de presentación de la aplicación que se muestra en el dispositivo.



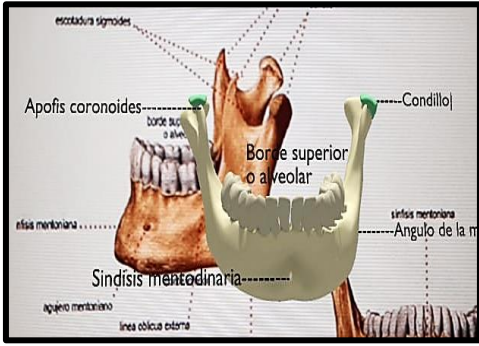
*Figura 3.9 Logo de aplicación e inicio de aplicación*

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.5.2. Segunda iteración

#### 3.5.5.2.1. Modelos 3D e Información en modelo

**Tabla 25 Informe de modelo 3D**

DISEÑO	DESCRIPCIÓN
 <p style="text-align: center;"><b>Figura 3.10 Mandíbula</b> Fuente: Elaboración propia</p>	<p>En este modelo se puede observar la mandíbula vista frontal y sus partes incluidas, cada una de sus partes son muy importantes.</p>

*Nota.* Elaboración propia

### 3.5.5.3. Tercera iteración (Interacción del Usuario)

En este punto se definen las tarjetas, se presentan las clases en las que están la programación orientada a objetos, como también las responsabilidades que debe realizar el objeto y las colaboraciones con otras clases para conocer comunicarse entre ellas y cumplir su responsabilidad como objeto.

#### 3.5.5.3.1. Tarjeta C.R.C.

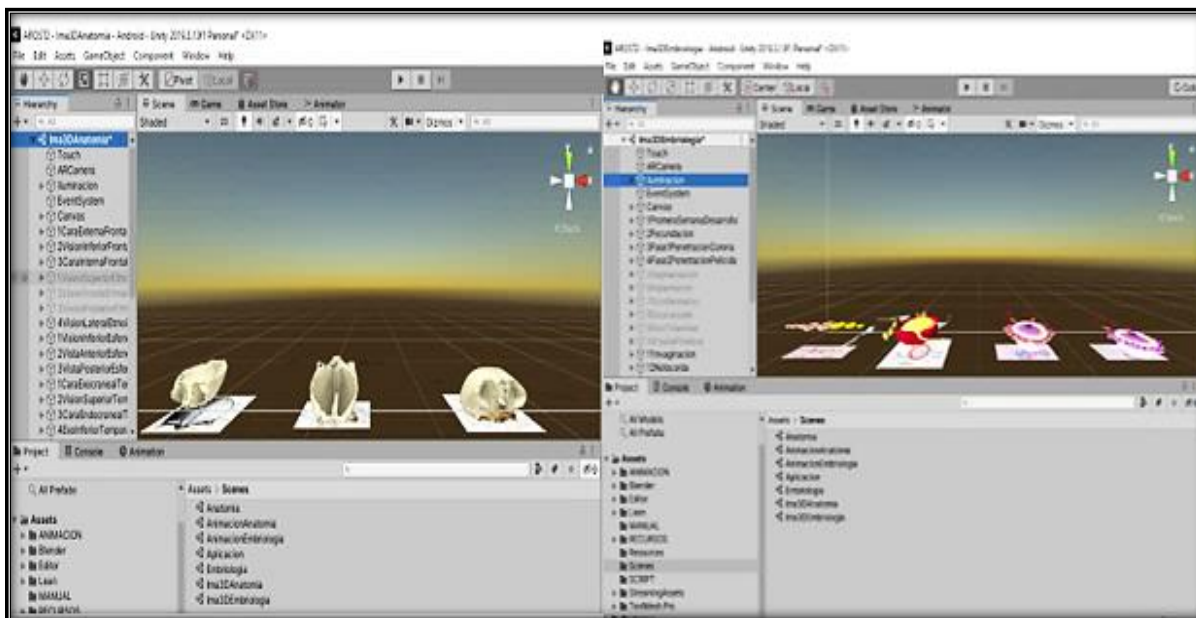
**Tabla 26 C.R.C. #1**

Nombre de la clase: Aplicación de Realidad Aumentada	
Responsabilidades:	Colaboraciones:
Visualizar en pantalla la información.	Controlador de aplicación
Cambio de escena al momento de presionar los botones principales.	Controlador de aplicación.
Reconocimiento de señalador.	Base de datos Vuforia
Interacción de los modelos 3D a través de botones virtuales con el usuario.	Señaladores

*Nota.* La clase Controlador de aplicación, su función será acceder a otra clase que este fuera de un determinado objeto dentro de una escena de la aplicación.

### 3.5.5.3.2. Estructura del proyecto en UNITY

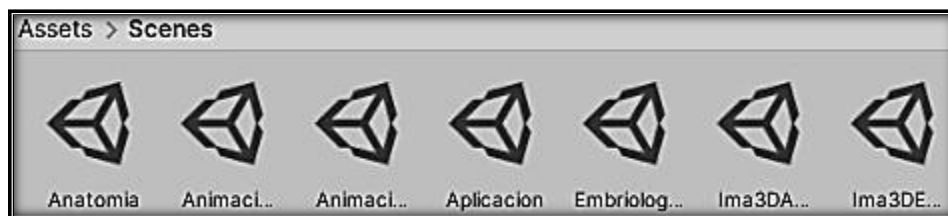
A continuación, en la pantalla de interfaz de Unity, se logra apreciar algunas de las diferentes escenas que existen al igual que las estructuras de clases y recursos que forman parte de la aplicación de realidad aumentada.



**Figura 3.11 Vista Unity 3D**

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se aprecia las escenas de objetos en el proyecto.



**Figura 3.12 Vista de jerarquía Unity 3D**

Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar algunos de los scripts correspondientes que ayudan a crear las funciones deseadas en el proyecto.



**Figura 3.13 Vista Recursos Proyecto**

Fuente: Elaboración Propia

Vista de la estructura del proyecto en cuanto a recursos usados y carpetas con su respectiva jerarquía.



**Figura 3.14 Estructura recursos**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.5.3.3. Botones virtuales

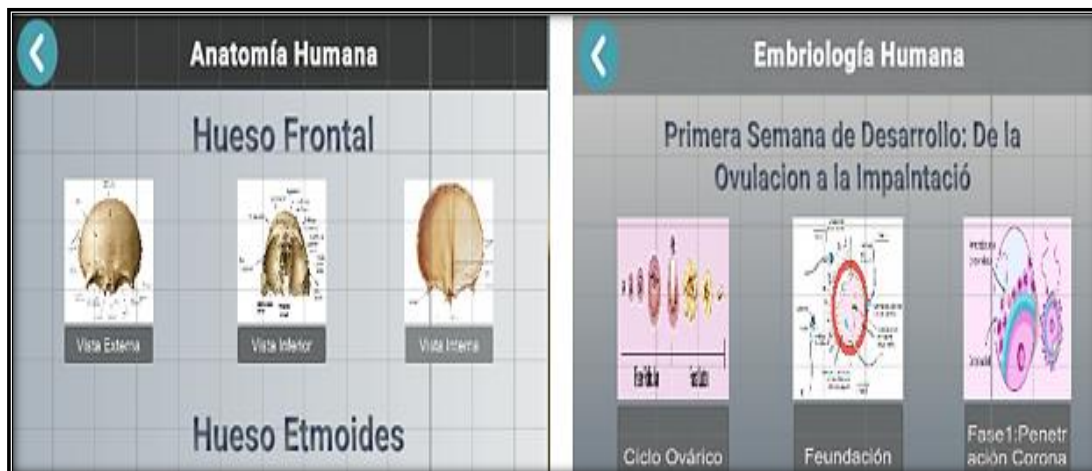
Los botones virtuales son herramientas que permiten al usuario interactuar con la aplicación como se visualiza a continuación:



**Figura 3.15 Barra de inicio**

Fuente: Elaboración Propia





**Figura 3. 16 Botones Dirigidos**

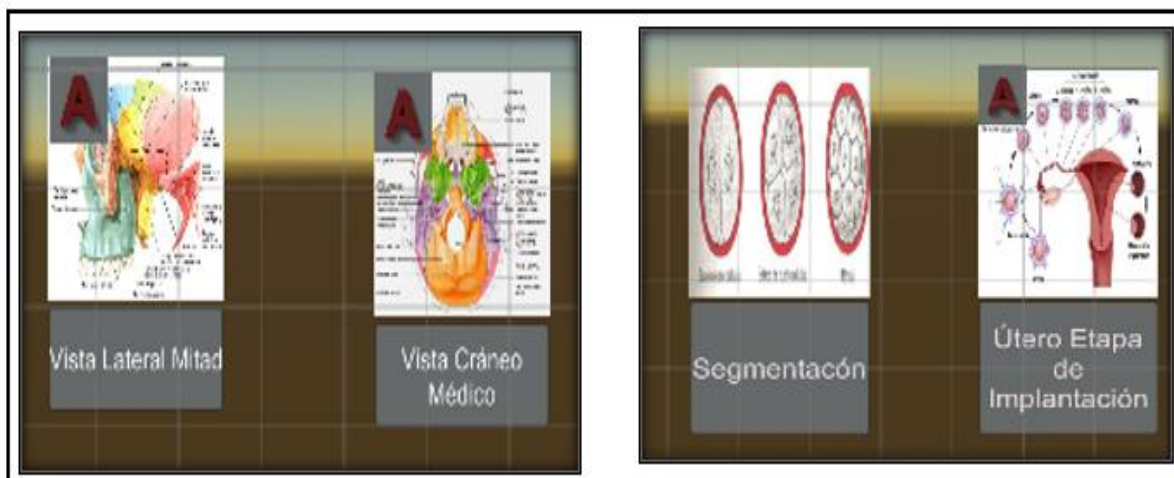
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3. 17 Botones Dirigidos**

Fuente: Elaboración Propia

El funcionamiento de los botones de animación es simple y cada una tiene su función determinada. Solo las imágenes que contienen animación tendrán un botón a su izquierda superior como se visualiza a continuación en la figura 3.17.



**Figura 3.18 Botones Dirigidos hacia Animación**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6. Implementación de la aplicación móvil

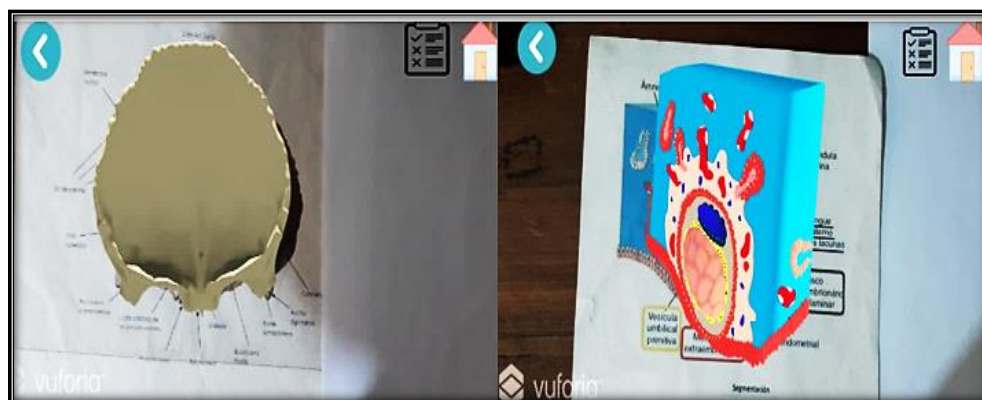
Se instaló la aplicación en diferentes dispositivos móviles y no cuenta con desperfectos, sin embargo, existen algunas excepciones por la limitación en versiones de Android menores a 8.



*Figura 3.19 Hueso Frontal 3D. Disco germinativo sobre señalador rea,*  
Fuente: Elaboración Propia

El modelo 3D y todos los demás objetos que forman parte de la aplicación están fuertemente ligados a sus respectivos marcadores, ya que al desarrollar el proyecto se ha definido los objetos virtuales como dependientes de los señaladores.

Al manipular el botón de 3D (Cubo), realiza las tareas de rotar y escalar, como también existe otro botón que desaparece y aparece la información correspondiente, para tener más libertad al manipular el modelo.



*Figura 3.20 Hueso Frontal, Disco germinativo 3D rotado*  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.1. Fase de pruebas

#### 3.6.1.1. Pruebas de aceptación

##### 3.6.1.1.1. Primera iteración

**Tabla 27** Prueba de aceptación N.º 1

<b>NOMBRE</b>	Prueba en la aplicación de los logos y pantalla de inicio diseñados
<b>Historia de usuario #1, Pantalla de inicio</b>	
<b>Descripción:</b>	Esta prueba evalúa como estéticamente se ve la pantalla inicial, la interfaz de la aplicación
<b>Condiciones de ejecución:</b>	Se probó la pantalla de inicio en diferentes dispositivos Android.
<b>Entrada/Pasos de ejecución:</b>	Se diseña la pantalla inicial y se compila como el primer prototipo en diferentes resoluciones.
<b>Resultado Esperado:</b>	Se visualiza la pantalla claramente y sin errores en diferentes resoluciones.
<b>Evaluación de la prueba:</b>	Positiva.

**Tabla 28** Prueba de aceptación N.º 2

<b>NOMBRE</b>	Prueba de funcionalidad de manual ayuda
<b>Historia de usuario #2, información de ayuda en pantalla</b>	
<b>Descripción:</b>	Se pone a prueba la funcionalidad del manual de ayuda, este debe ser de fácil manejo e intuitiva para guiar a los usuarios nuevos.
<b>Condiciones de ejecución:</b>	Se probó el manual de ayuda en usuarios nuevos de la aplicación.
<b>Entrada/Pasos de ejecución:</b>	Se inicia para mostrar las acciones que realiza la aplicación.
<b>Resultado Esperado:</b>	El usuario nuevo aprende de manera rápida e intuitiva la aplicación
<b>Evaluación de la prueba:</b>	Positiva.

**Tabla 29** Prueba de aceptación N.º 3

<b>NOMBRE</b>	Prueba de botones de aplicación
<b>Historia de usuario #3, botones de aplicación</b>	
<b>Descripción:</b>	Esta prueba evalúa la estética de los botones, como también el proceso de su funcionabilidad para cada opción.
<b>Condiciones de ejecución:</b>	Se probó la aplicación en diferentes dispositivos Android.
<b>Entrada/Pasos de ejecución:</b>	Los botones deben guiar correctamente hacia qué modelo visualizar, como también tienen su respectivo funcionamiento.

<b>Resultado Esperado:</b>	Todos los botones funcionan fluidamente.
<b>Evaluación de la prueba:</b>	Positiva.

### 3.6.1.1.2. Segunda iteración

**Tabla 30 Prueba de aceptación N.º 4**

<b>NOMBRE</b>	Probar los modelos 3D
<b>Historia de usuario #4, Modelos 3D</b>	
<b>Descripción:</b>	Se prueba los modelos 3D implementados en la aplicación de realidad aumentada
<b>Condiciones de ejecución:</b>	Se probó la aplicación en diferentes dispositivos Android.
<b>Entrada/Pasos de ejecución:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los modelos 3D son exportados a unity 3D.</li> <li>- Son relacionados con determinados señaladores.</li> <li>- Se exporta para generar un APK<sup>14</sup>.</li> </ul>
<b>Resultado Esperado:</b>	Desarrollo correcto y fluido de los, modelos 3D con sus respectivos colores y texturas en la aplicación.
<b>Evaluación de la prueba:</b>	Positiva.

**Tabla 31 Prueba de aceptación N.º 5**

<b>NOMBRE</b>	Prueba de información en modelos 3D y Animación
<b>Historia de usuario #5, Información en pantalla con relación de los objetos usados en la aplicación</b>	
<b>Descripción:</b>	Se prueba la funcionabilidad de la información, la cual se exporte correctamente como también la animación existente en algunos de los modelos 3D.
<b>Condiciones de ejecución:</b>	Se muestra un objeto virtual en la pantalla del dispositivo, que muestra la información correspondiente y si llevara animación.
<b>Entrada/Pasos de ejecución:</b>	Visualización en la pantalla de un modelo 3D.
<b>Resultado Esperado:</b>	El objeto virtual aparece automáticamente en conjunto a la información correspondiente a los textos definidos como también se podrá activar la animación de los objetos que lo contienen.
<b>Evaluación de la prueba:</b>	Positiva.

<sup>14</sup> **Android Application Package.** Un archivo ejecutable de aplicaciones para Android

## 3.6.1.1.3. Tercera iteración

Tabla 32 Prueba de aceptación N.º 6

<b>NOMBRE</b>	Prueba de interacción usuario para el apoyo de enseñanza y aprendizaje.
<b>Historia de usuario #6, Interacción usuario-aplicación para apoyo de enseñanza y aprendizaje</b>	
<b>Descripción:</b>	Una vez terminada la aplicación incluidos sus modelos 3D, texturas e imágenes, aplicado a la realidad aumentada es necesario probar la interacción de estos objetos virtuales con el usuario para elevar el aprendizaje como implementar nuevas formas de enseñanza
<b>Condiciones de ejecución:</b>	Se probó la aplicación en diferentes dispositivos Android.
<b>Entrada/Pasos de ejecución:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualización en la pantalla de un objeto virtual</li> <li>- Visualización en la pantalla de un modelo 3D.</li> <li>- Se prueba la manipulación del touch en la pantalla del dispositivo con los modelos 3D</li> </ul>
<b>Resultado Esperado:</b>	Todos los implementos puestos en la realidad aumentada deberán funcionar sin ninguna dificultad.
<b>Evaluación de la prueba:</b>	Positiva.

## 3.7. Diagrama de casos de uso del sistema

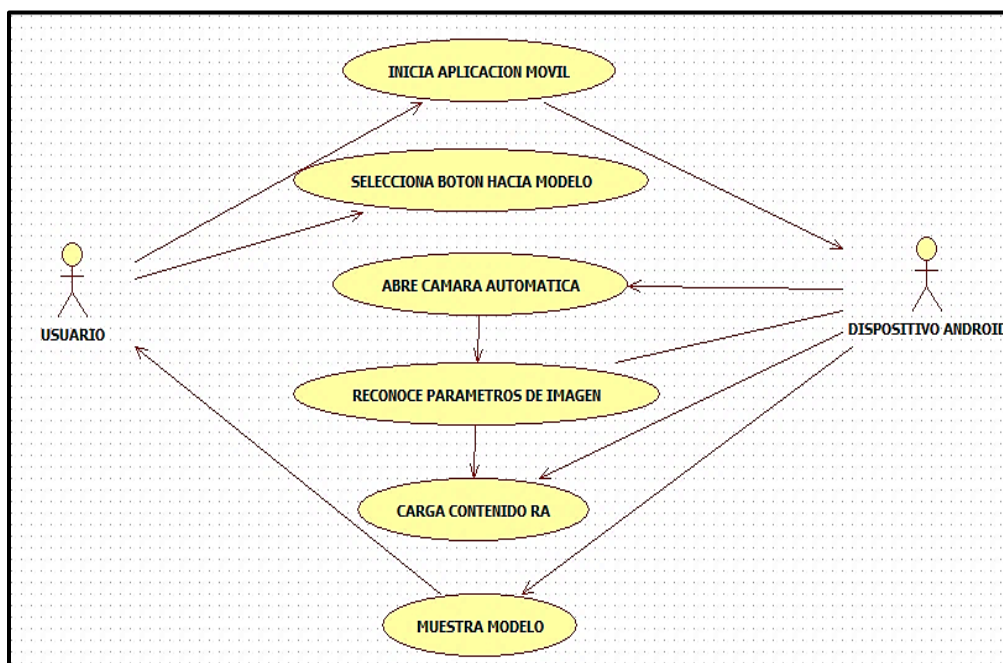


Figura 3.21 Diagrama de Casos de Uso general de la aplicación

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.1. Descripción de los casos de uso

**Tabla 33** Descripción del caso de uso – Inicia aplicación móvil

<b>SÚPER CASO DE USO</b>	<b>Inicia aplicación móvil</b>
<b>AUTOR</b>	Yhara Silva Leyda Ticona
<b>ACTORES</b>	Usuario, Android
<b>DESCRIPCIÓN</b>	El usuario selecciona la aplicación y la inicia.
<b>PRECONDICIONES</b>	Debe tener la aplicación instalada en el dispositivo
<b>POST-CONDICIONES</b>	La aplicación debe ser inicializada
<b>FLUJO DE EVENTOS</b>	1: Buscar aplicación en dispositivo móvil. 2: Seleccionar icono de la aplicación para poder inicializar.

**Tabla 34** Descripción del caso de uso - Selecciona botón hacia modelo

<b>CASO DE USO</b>	<b>Selecciona botón hacia modelo</b>
<b>AUTOR</b>	Yhara Silva Leyda Ticona
<b>ACTORES</b>	Usuario
<b>DESCRIPCIÓN</b>	El usuario selecciona el módulo de anatomía o embriología
<b>PRECONDICIONES</b>	Debe tener la aplicación instalada en el dispositivo
<b>POST-CONDICIONES</b>	
<b>FLUJO DE EVENTOS</b>	1: Inicializa aplicación 2: Seleccionar un botón para visualizar modelo.

**Tabla 35** Descripción del caso de uso – Abre cámara automática

<b>CASO DE USO</b>	<b>Abre cámara automática</b>
<b>AUTOR</b>	Yhara Silva Leyda Ticona
<b>ACTORES</b>	Android
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Se activa la cámara automática para el uso de la aplicación
<b>PRECONDICIONES</b>	Debe tener la aplicación instalada en el dispositivo
<b>POST-CONDICIONES</b>	
<b>FLUJO DE EVENTOS</b>	1: Inicializar aplicación 2: Seleccionar un botón

**Tabla 36** Descripción del caso de uso - Reconoce parámetro de imagen

<b>CASO DE USO</b>	<b>Reconoce parámetro de imagen</b>
<b>AUTOR</b>	Yhara Silva Leyda Ticona
<b>ACTORES</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Proceso de reconocimiento de señalador
<b>PRECONDICIONES</b>	Se debe tener el señalador impreso y la aplicación instalada en el dispositivo móvil.
<b>POST-CONDICIONES</b>	La aplicación muestra imágenes de anatomía o embriología mientras se brinda información virtual.
<b>FLUJO DE EVENTOS</b>	1: La cámara reconoce señalador

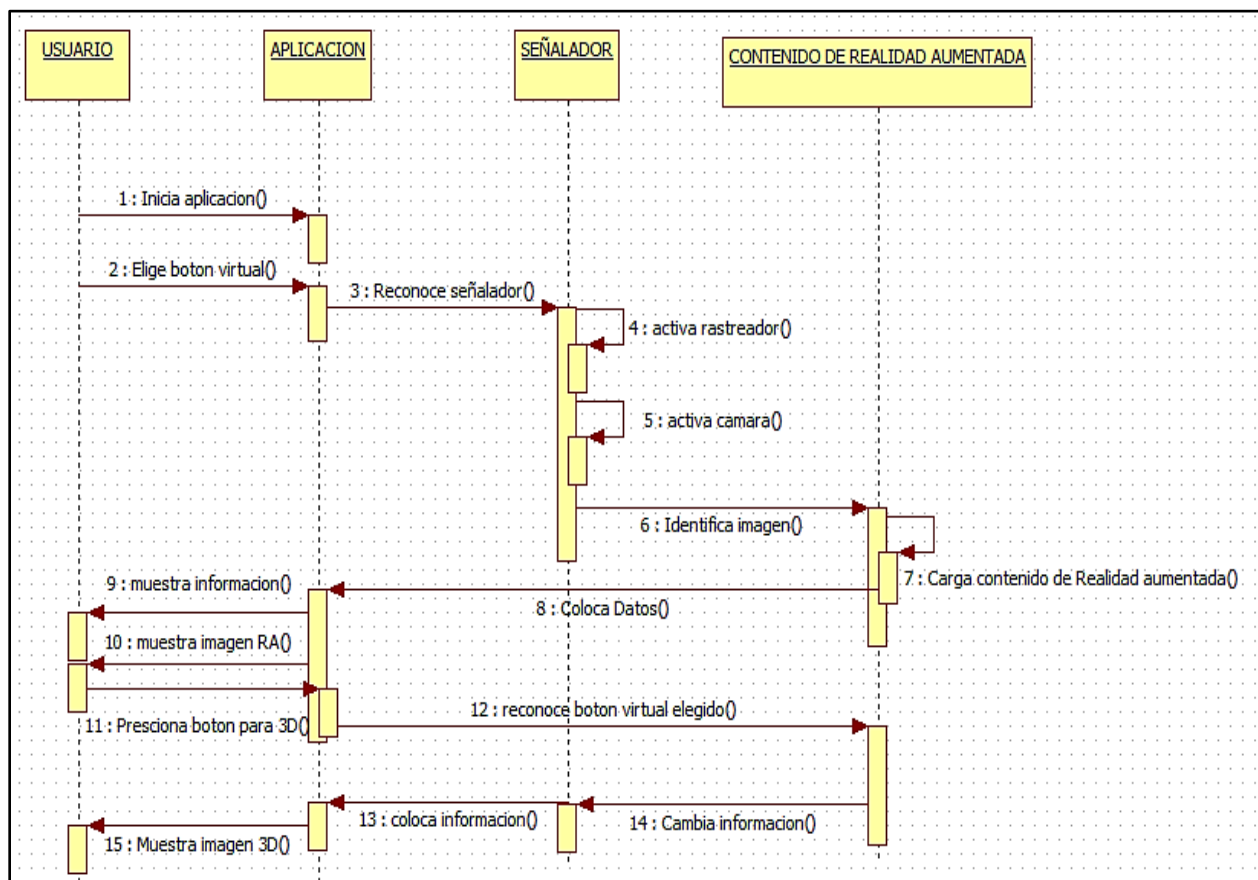
**Tabla 37** Descripción del caso de uso – Carga de contenido RA

<b>CASO DE USO</b>	<b>Carga de contenido RA</b>
<b>AUTOR</b>	Yhara Silva Leyda Ticona
<b>ACTORES</b>	Android
<b>DESCRIPCIÓN</b>	La aplicación del dispositivo Android carga la información, del modelo virtual y modelo 3D.
<b>PRECONDICIONES</b>	Tener la aplicación instalada en el dispositivo móvil, el señalador de la aplicación y haber seleccionado uno de los botones virtuales.
<b>POST-CONDICIONES</b>	La aplicación tendrá ya cargada la información e imagen 3D
<b>FLUJO DE EVENTOS</b>	1: La aplicación carga la información del modelo 2: La aplicación carga los modelos 3D

**Tabla 38** Descripción del caso de uso – Muestra modelo

<b>CASO DE USO</b>	<b>Muestra modelo</b>
<b>AUTOR</b>	Yhara Silva Leyda Ticona
<b>ACTORES</b>	Android, Usuario
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Muestra el modelo RA al usuario que el desarrollador cargo a la aplicación
<b>PRECONDICIONES</b>	Debe haber elegido uno de los botones virtuales
<b>POST-CONDICIONES</b>	Se mostrará el contenido de la realidad aumentada
<b>FLUJO DE EVENTOS</b>	1: Selección de un botón virtual 2: Cargar imagen RA 3: Visualización de contenido de realidad aumentada

### 3.8. Diagrama de secuencias



*Figura 3.1 Diagrama de secuencia de la aplicación*

Fuente: Elaboracion propia





---

# **CAPÍTULO IV**

# **MÉTRICAS DE CALIDAD Y**

# **COSTO**

---



## 4.1. Introducción

Es este capítulo se procedió a realizar los cálculos correspondientes de acuerdo a las normas de establecidas en cada parámetro, validando así la calidad y el costo de la aplicación de realidad aumentada como herramienta orientada al proceso de enseñanza y aprendizaje.

## 4.2. Métricas de calidad QSOS

Mediante el método de calificación de software QSOS se define y analiza, el código libre y abierto de forma objetiva, explorando al máximo sus funcionalidades.

### 4.2.1. Definición

#### Software

Los softwares utilizados se especifican por jerarquía de uso.

- **Blender:** Usado para crear y generar las imágenes 3D.
- **Vuforia SDK:** Generador de base de Datos y Targets en conjunto con licencias de las mismas para crear entornos 3D.
- **Unity:** Creador de escenarios virtuales.

#### Tipos de licencias

Se especifica de la siguiente manera:

- Blender es un software libre el cual solo requiere un pago si se diera el caso de almacenar los gráficos en la nube aparte de ese único detalle el software es completamente libre al momento de poder utilizar todas las herramientas que contiene.

➤ Vuforia SDK

**Tabla 39** *Licencia Vuforia*

<b>Licencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
<b>PRO</b>	Para todas las empresas	Definido por los creadores de vuforia
<b>Básico + Nube</b>	Para pequeñas empresas	\$99 mes
<b>Básico</b>	Para estudiantes principiantes y pequeñas empresas	\$42 mes
<b>Developer</b>	Para desarrollo no masivo	Libre

*Nota.* Elaboración propia

➤ Unity

**Tabla 40** *Licencias Unity*

<b>Licencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
<b>Enterprise</b>	Para organizaciones grandes	Definido por unity
<b>Pro</b>	Para profesionales	\$125 mes
<b>Plus</b>	Para individuos y equipos que necesitan generar juegos comerciales y experiencias interactivas	\$35 mes
<b>Personal</b>	Para empresas que generen menos de \$100k	Libre

*Nota.* Elaboración propia

## Tipos de comunidades

El tipo de comunidad al que pertenece es Grupo de desarrolladores dado que es realizado por la colaboración de dos personas.

#### 4.2.2. Evaluación

**Tabla 41** Tarjeta de identificación

Información General	
<b>Nombre del software.</b>	Odontología
<b>Fecha de creación</b>	01/02/2020
<b>Autor.</b>	Yhara Belen Silva Guzmán Leyda Salet Ticona Flores
<b>Tipo de software</b>	Aplicación Móvil
<b>Descripción del software.</b>	Es una aplicación móvil que genera gráficos 3D del libro de referencia que contiene las cartillas, para la carrera de odontología 1er año de la Universidad Pública de El Alto
<b>Licencias</b>	Las licencias a las que está sujeto son libres de todo costo
<b>URL del proyecto y sitio de demostración.</b>	<a href="https://drive.google.com/file/d/1jVw3yzYbWJj0cJw3YcR5CEXERKhNPKF_/view?usp=sharing_eil&amp;ts=5edaca3b">https://drive.google.com/file/d/1jVw3yzYbWJj0cJw3YcR5CEXERKhNPKF_/view?usp=sharing_eil&amp;ts=5edaca3b</a>
<b>Sistemas operativos compatibles.</b>	Android
Aspectos funcionales y técnicos	
<b>Requisitos técnicos.</b>	Android 8.0 para adelante y al menos 2GB de memoria de almacenamiento
<b>Plan de trabajo.</b>	Contiene los primeros temas de contenido en Anatomía y Embriología respectivamente

Nota. Elaboración Propia

#### 4.2.3. Calificación

En la evaluación del prototipo se analizó la importancia de cada aspecto para determinar la calidad del sistema, calidad de la información y calidad de servicio y otra dimensión.

Si los promedios son mayores al 50% indican que la elección del software es el indicado, para la realización del prototipo; si el caso es el contrario se indica que es deficiente y es recomendable el uso de diferentes herramientas para su elaboración.

**Tabla 42** *Factor global calidad*

Criterios	Promedio
Fiabilidad	92%
Usabilidad	88%
Eficacia del rendimiento	86%
Funcionalidad	87%
Capacidad de respuesta	95%
Empatía	92%
<b>Total</b>	<b>90%</b>

*Nota.* Elaboración Propia

#### **4.2.4. Selección**

Mediante la selección estricta en base a los resultados obtenidos en la evaluación se llegó a la conclusión que los softwares se ajustan a los requisitos en función a las exigencias del trabajo de investigación en la elaboración de la aplicación de realidad aumentada.

### **4.3. Estimación de Costo - COCOMO**

Mediante el modelo constructivo de costes COCOMO I básico, se procedió a calcular el costo, para realizar el modelo primero se ha de identificar el modo de desarrollo dependiendo a la cantidad de líneas de código fuente del software.

#### **Identificación del modelo**

El modelo de desarrollo es Básico, porque no se están tomando en cuenta conductores de costos adicionales de software que incrementar valor total.

#### **Tipo de proyecto**

Es Orgánico dado que es una aplicación que no sobrepasa las 50 mil líneas de código.

## Conteo de líneas de código

**Tabla 43** *Conteo de líneas de código*

Com		
<b>arodt.ARODT</b>		
<b>google.androidgamesdk</b>	chreograferCallback.class	
	SwappyDisplayManager.class	
<b>unity3d.player</b>	AudioVolumeHandler.class	
	BuildConfig.class	
	Camera2Wrapper.class	
	GoogleARCoreApi.class	
	GoogleVrApi.class	
	GoogleVrProxi.class	
	GoogleVrVideo.class	
	HFPStatus.class	
	IUnityPlayerLifecy.class	
	NativeLoader.class	
	NetworkConnectivity.class	
	R.class	
	ReflectionHelper.class	
	UnityPlayer.class	
	UnityPlayerActivity.class	
<b>vuforia</b>	VuforiaUnityPlayer	
	ar.pl	
	engine	Anchor.class
		AnchorList.class
		AnchorListResult.class
		Area.class
		Box3D.class
		CameraCalibration.class
		CameraDevice.class
		CameraField.class
		CloudRecoSearchresult.class
		CylinderTarjet.class
		CylinderTarjetResult.class
		DataSet.class
		DataSetList.class
Device.class		
DeviceTrackable.class		

	DeviceTrackableResult.class
	DeviceTracker.class
	EYEID.class
	EyewearDevice.class
	EyewearUserCalibrator.class
	FUSION_PROVIDER_TYPE.class
	Frame.class
	GLTextureData.class
	GLTextureUnit.class
	GuideView.class
	GuideViewList.class
	HINT.class
<b>Total, de Líneas de Código</b>	<b>16575</b>

Nota. Elaboración propia

**Tabla 44** *Calculo del esfuerzo*

<b>Ecuación</b>	<b>Submodelo básico</b>	<b>Aplicación de la ecuación</b>
<b>Esfuerzo (E)</b>	$(E) = a * (KLCO)^b$	$= 2.4 * (16.5)^{1.05}$ $= 2.4 * 18.98$ $= 45.56 \text{ persona/mes}$

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 45** *Calculo del Tiempo*

<b>Ecuación</b>	<b>Submodelo básico</b>	<b>Aplicación de la ecuación</b>
<b>Tiempo (T)</b>	$(T) = c * (E)^d$	$= 2.5 * (45.56)^{0.38}$ $= 2.5 * 4.27$ $= 10.67$ $= 11 \text{ meses}$

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 46** *Calculo del personal*

<b>Ecuación</b>	<b>Submodelo básico</b>	<b>Aplicación de la ecuación</b>
<b>Personal (P)</b>	$(P) = E/T$	$= 45.56/10.67$
		$= 4.27$
		$= 4 \text{ personas}$

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 47** *Especificaciones de la aplicación*

<b>Cantidad de requisitos</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Complejidad</b>	<b>Cantidad de personas requeridas</b>
<b>Pocos requisitos</b>	16.5 KLDC	Media	Baja

*Nota.* Elaboración propia

Considerando el Esfuerzo que se utiliza para determinar el costo de la aplicación, corresponde a 45.56 Bs. persona/mes, con una duración de 11 meses y un personal de 4 personas.

Lo que nos llevaría a:  $45.56 \text{ persona/mes} * 11 \text{ meses} = 501$  por persona y un total de Bs. 2003 por el diseño de la aplicación, cabe recalcar que para el desarrollo de la aplicación no se realizó ningún gasto en licencias para la utilización de herramientas de software de ningún tipo, dado que todos los softwares son libres o gratis.





---

# CAPÍTULO V

## PRUEBAS Y RESULTADOS

---



## 5.1. Introducción

Para demostrar que la aplicación fue o no de utilidad se evaluó a 60 estudiantes por materia respectivamente, tomando como caso de estudio al paralelo “A” tanto como la materia de Embriología y Anatomía Humana.

Se realizó una evaluación en la cual 30 de los estudiantes del caso de estudio usaron la aplicación de realidad aumentada como apoyo pedagógico y la otra mitad realizó la evaluación de manera tradicional.

## 5.2. Pruebas de la Aplicación Móvil

Para las pruebas de la aplicación se llevó a cabo una evaluación con 10 preguntas con respecto al contenido del material con el que cuenta la aplicación en las materias de Embriología y Anatomía Humana.

### 5.2.1. Pruebas en la Materia de Embriología

En la materia de Embriología se tuvo dos grupos de estudiantes el cual contó con 30 estudiantes respectivamente.

**Tabla 48** Grupo de Estudiantes A

GRUPO A			
Nº	NOTAS	Nº	NOTAS
1	60	16	70
2	60	17	50
3	70	18	60
4	60	19	70
5	70	20	70
6	60	21	60
7	50	22	70
8	70	23	60
9	60	24	80
10	50	25	70

11	50	26	80
12	70	27	60
13	70	28	70
14	50	29	50
15	60	30	60

*Nota.* El grupo A representa a los estudiantes que no hicieron uso de la aplicación de realidad aumentada en la evaluación realizada en la materia de Embriología.

**Tabla 49** Grupo de Estudiantes B

GRUPO B			
Nº	NOTAS	Nº	NOTAS
1	70	16	70
2	70	17	70
3	80	18	70
4	80	19	70
5	80	20	80
6	80	21	80
7	70	22	90
8	80	23	80
9	70	24	100
10	60	25	80
11	70	26	90
12	80	27	70
13	80	28	80
14	70	29	70
15	70	30	80

*Nota.* El grupo B representa a los estudiantes que sí hicieron uso de la aplicación de realidad aumentada en la evaluación realizada en la materia de Embriología.

### 5.2.2. Pruebas en la Materia de Anatomía Humana

En la materia de Anatomía Humana también se tuvo dos grupos de estudiantes el cual contó con 30 estudiantes respectivamente.

**Tabla 50** Grupo de estudiantes A

GRUPO A			
Nº	NOTAS	Nº	NOTAS
1	70	16	70
2	60	17	70
3	70	18	50

4	60	19	50
5	70	20	60
6	80	21	70
7	70	22	70
8	70	23	60
9	60	24	70
10	50	25	50
11	60	26	60
12	70	27	60
13	70	28	60
14	60	29	70
15	70	30	80

Nota. El grupo A representa a los estudiantes que no hicieron uso de la aplicación de realidad aumentada en la evaluación realizada en la materia de Anatomía Humana.

**Tabla 51 Grupo de Estudiantes B**

GRUPO B			
Nº	NOTAS	Nº	NOTAS
1	80	16	90
2	50	17	70
3	80	18	60
4	80	19	60
5	90	20	80
6	90	21	80
7	80	22	90
8	80	23	50
9	70	24	80
10	80	25	70
11	70	26	80
12	70	27	80
13	90	28	80
14	80	29	90
15	85	30	90

Nota. El grupo A representa a los estudiantes que sí hicieron uso de la aplicación de realidad aumentada en la evaluación realizada en la materia de Anatomía Humana.

### 5.2.3. Comparación de promedio de notas Embriología

Se realizó una comparación con el promedio de los grupos A y B:

**Tabla 52** Promedio total de nota de Embriología

Grupo A	Grupo B
63%	76%
<b>Diferencia de: 13%</b>	

*Nota.* Se observa que hubo un incremento del 13% en las notas del grupo B que hizo uso de la aplicación de realidad aumentada como herramienta complementaria.

Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.4. Comparación de promedio de notas Anatomía Humana

Se realizó una comparación con el promedio de los grupos A y B:

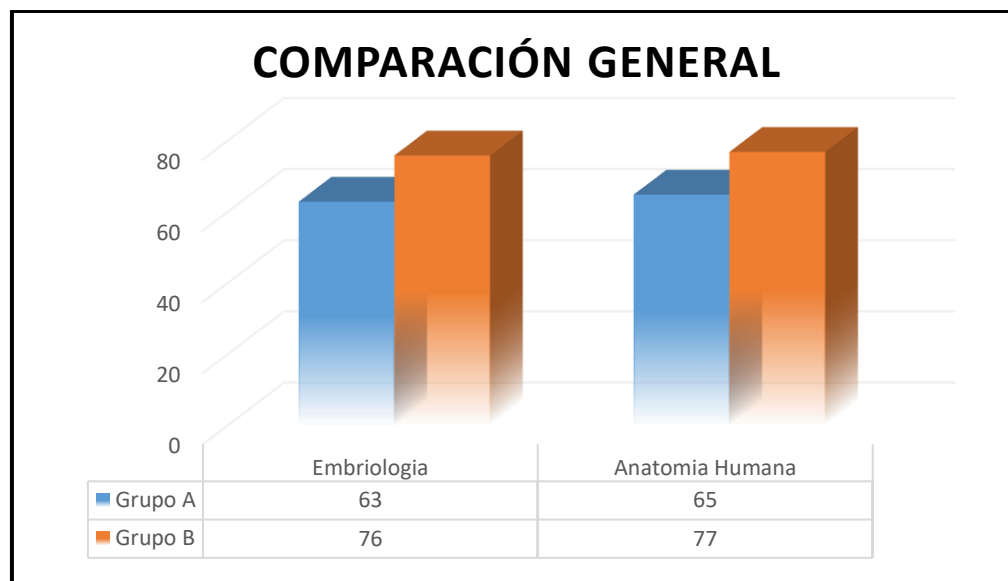
**Tabla 53** Promedio total de nota de Embriología

Grupo A	Grupo B
65%	77%
<b>Diferencia de: 12%</b>	

*Nota.* Se observa que hubo un incremento del 12 en las notas del grupo B que hizo uso de la aplicación de realidad aumentada como herramienta complementaria.

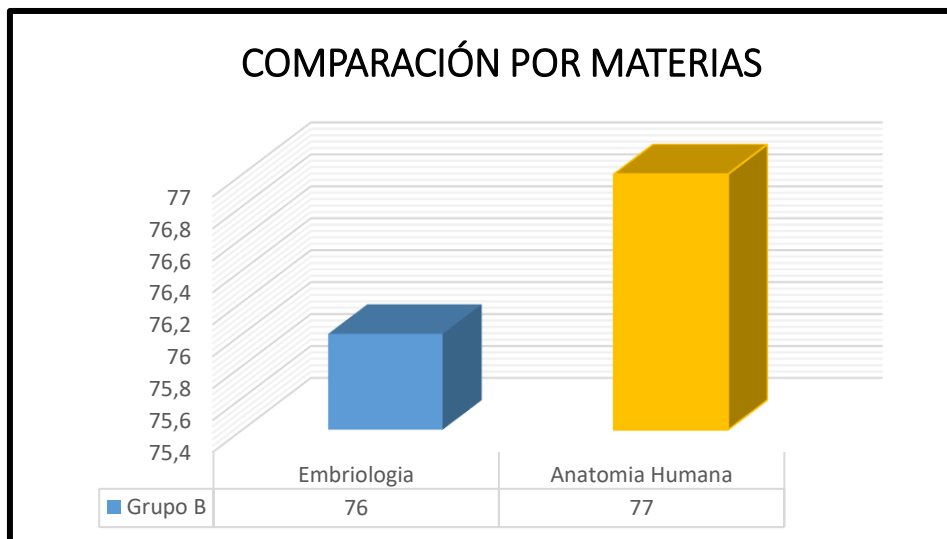
Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.5. Comparación general entre las materias de Embriología y Anatomía Humana

**Gráfico 1** Aprovechamiento comparativo entre Embriología y Anatomía Humana

Fuente: Elaboración propia

Mediante esta comparación se puede observar que en los estudiantes del grupo A en materias tiene un promedio de 64, cabe resaltar que los estudiantes pertenecientes a este grupo son los que aprendieron de la forma tradicional como el docente usualmente lo realiza en todas sus clases.



**Gráfico 2** Aprovechamiento final comparativo entre Embriología y Anatomía Humana

Fuente: Elaboración propia

También se puede observar que el incremento en el grupo B de ambas materias fue mayor al 10%, lo cual demuestra que si el uso de la aplicación no es necesario obligatoriamente puede ayudar a incrementar el aprovechamiento de los estudiantes que puedan darle un buen uso.

### 5.3. Prueba de la Hipótesis

Para la demostración de la hipótesis se empleó el método de t-student de dos colas independientes, con el cual se demuestra que:

- Ho: La Realidad Aumentada como herramienta tecnológica incrementa el aprendizaje en los estudiantes y apoya a la enseñanza en la Carrera de Odontología.
- H1: La Realidad Aumentada como herramienta tecnológica NO incrementa el aprendizaje en los estudiantes y no apoyara a la enseñanza en la Carrera de Odontología.

#### 1. Se demostrará con los datos de la materia de embriología.

Se hizo usó de la fórmula:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{(n-1)S_1^2 + (m-1)S_2^2}{n+m-2}} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}}$$

Donde:

$\bar{X}$  = Es la media muestral del grupo B     $m$  = Total, de la muestra del grupo A  
 $\bar{Y}$  = Es la media muestral del grupo A     $S_1^2$  = Cuasivarianza de las muestras del grupo B  
 $n$  = Total, de la muestra del grupo B     $S_2^2$  = Cuasivarianza de las muestras del grupo A

$$S_1^2 = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 ; S_2^2 = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

Reemplazando los valores:

$$t = \frac{76.33 - 63}{\sqrt{\frac{(30-1)65.4 + (30-1)76.90}{30+30-2}} \sqrt{\frac{1}{30} + \frac{1}{30}}}$$

$$t = 0.72$$

Nivel de significancia:  $\alpha/2 = 0.025$  (Trabajo de investigación)

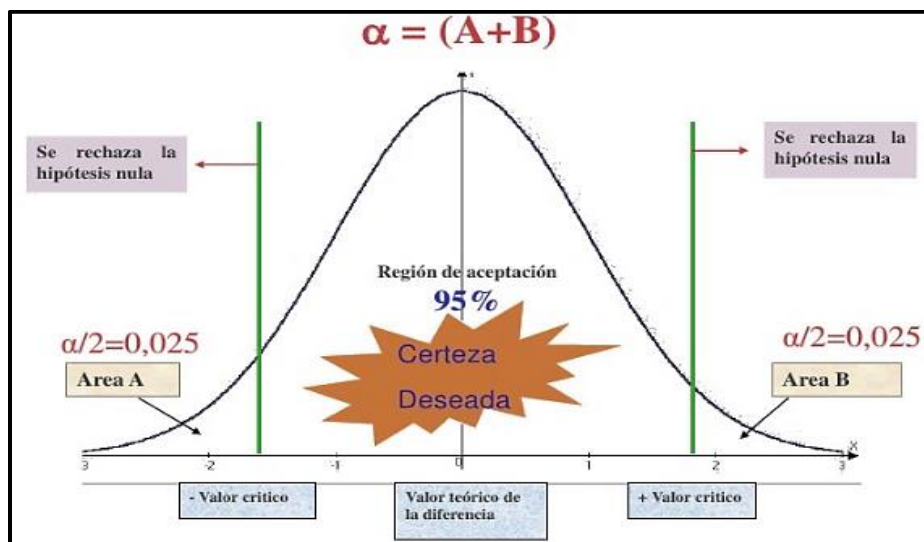


Figura 5.1 Nivel de Significancia

Fuente: T de student para dos muestras independientes (2011). Por Joseph AB.

Grado de libertad:

$$GL = n + m - 2$$

$$GL = 30 + 30 - 2 \Rightarrow GL = 58$$

Valor de P, es la probabilidad de obtener los datos si  $H_0$  fuera cierta según  $\alpha$  es de 95%.

Si  $p < 0.05 \Rightarrow$  Es poco probable que se cumpla  $H_0$

Si  $p > 0.05 \Rightarrow$  se acepta la  $H_0$

Ahora según tabla se obtendrá el valor crítico en razón de GL y  $\alpha$

Intervalo de confianza, c							Intervalo de confianza, c						
gl	80%	90%	95%	98%	99%	99.9%	gl	80%	90%	95%	98%	99%	99.9%
	Nivel de significancia de una prueba de una cola, $\alpha$							Nivel de significancia de una prueba de una cola, $\alpha$					
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005		0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	Nivel de significancia de una prueba de dos colas, $\alpha$							Nivel de significancia de una prueba de dos colas, $\alpha$					
	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001		0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619	36	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.582
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.599	37	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	3.574
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924	38	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.566
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610	39	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	3.558
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869	40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959	41	1.303	1.683	2.020	2.421	2.701	3.544
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408	42	1.302	1.682	2.018	2.418	2.698	3.538
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041	43	1.302	1.681	2.017	2.416	2.695	3.532
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781	44	1.301	1.680	2.015	2.414	2.692	3.526
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587	45	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.520
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437	46	1.300	1.679	2.013	2.410	2.687	3.515
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318	47	1.300	1.678	2.012	2.408	2.685	3.510
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221	48	1.299	1.677	2.011	2.407	2.682	3.505
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140	49	1.299	1.677	2.010	2.405	2.680	3.500
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073	50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.496
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015	51	1.298	1.675	2.008	2.402	2.676	3.492
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965	52	1.298	1.675	2.007	2.400	2.674	3.488
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922	53	1.298	1.674	2.006	2.399	2.672	3.484
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883	54	1.297	1.674	2.005	2.397	2.670	3.480
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850	55	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	3.476
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819	56	1.297	1.673	2.003	2.395	2.667	3.473
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792	57	1.297	1.672	2.002	2.394	2.665	3.470
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768	58	1.296	1.672	2.002	2.392	2.663	3.466
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745	59	1.296	1.671	2.001	2.391	2.662	3.463
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725	60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707	61	1.296	1.670	2.000	2.389	2.659	3.457
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690	62	1.295	1.670	1.999	2.388	2.657	3.454
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674	63	1.295	1.669	1.998	2.387	2.656	3.452
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659	64	1.295	1.669	1.998	2.386	2.655	3.449
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646	65	1.295	1.669	1.997	2.385	2.654	3.447
31	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	3.633	66	1.295	1.668	1.997	2.384	2.652	3.444
32	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.622	67	1.294	1.668	1.996	2.383	2.651	3.442
33	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	3.611	68	1.294	1.668	1.995	2.382	2.650	3.439
34	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.601	69	1.294	1.667	1.995	2.382	2.649	3.437
35	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.591	70	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	3.435

Figura 5.2 Tabla de distribución

Fuente: Distribución-T-Student (2018). Por Monjaraz, L.



Según la tabla anterior el valor crítico es:  $t_{\text{crítico}} = 2.002$

Para comparar con el valor t obtenido anteriormente:  $t_{\text{obtenido}} = 0.72$

Si  $|t_{\text{Obtenido}}| \geq |t_{\text{Crítico}}| \Rightarrow$  La hipótesis no es aceptada, se rechaza  $H_0$

Pero:  $0.72 < 2.002 \quad |t_{\text{Obtenido}}| \leq |t_{\text{Crítico}}|$

Por lo q se llega a la conclusión de que la hipótesis es aceptada.

## 2. Se demostrará con los datos de la materia de anatomía humana.

Según los valores de la materia de anatomía humana:

$$t = \frac{77.50 - 64.67}{\sqrt{\frac{(30 - 1)125.43 + (30 - 1)67.13}{30 + 30 - 2}} \sqrt{\frac{1}{30} + \frac{1}{30}}}$$

$$t = 0.49$$

Nivel de significancia:  $\alpha/2 = 0.025$  (Trabajo de investigación)

Grado de libertad:

$$GL = n + m - 2$$

$$GL = 30 + 30 - 2 \Rightarrow GL = 58$$

Valor de P, es la probabilidad de obtener los datos si  $H_0$  fuera cierta según  $\alpha$  es de 95%.

Si  $p < 0.05 \Rightarrow$  Es poco probable que se cumpla  $H_0$

Si  $p > 0.05 \Rightarrow$  se acepta la  $H_0$

Ahora según tabla se obtendrá el valor crítico en razón de GL y  $\alpha$

Según la tabla anterior el valor crítico es:  $t_{\text{crítico}} = 2.002$

Para comparar con el valor t obtenido anteriormente:  $t_{\text{obtenido}} = 0.49$

Si  $|t_{\text{Obtenido}}| \geq |t_{\text{Crítico}}| \Rightarrow$  La hipótesis no es aceptada, se rechaza  $H_0$

Pero:  $0.49 < 2.002$       $|t_{\text{Obtenido}}| \leq |t_{\text{Crítico}}|$

Por lo que se llega a la conclusión de que la hipótesis es aceptada.

Mediante las fórmulas de t-student de dos colas demostramos que la hipótesis se cumple en las dos materias con los que se realizó la aplicación de realidad aumentada para demostrar que la aplicación si incremento el aprendizaje y sirvió como apoyo a la enseñanza en los estudiantes y que es factible usarla.



---

**CAPÍTULO VI**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

---



## 6.1. Conclusiones

Por medio de la presente tesis se señalará que se logró cumplir con los objetivos que se plantearon en un principio.

- Se logró analizar los requerimientos académicos necesarios en base a la selección de contenido temático de las materias embriología y anatomía humana dentro de la Carrera de Odontología, primer año.
- Se diseñó e implementó con éxito la cartilla que es la base del contenido académico de la aplicación de la Realidad Aumentada.
- Se diseñó exitosamente objetos 3D que permitieron generar una alta comprensión de los temas a estudiar por parte de los estudiantes.
- Se desarrolló favorablemente una aplicación móvil que funcionó como estímulo visual, aplicada al contenido temático de la carrera de odontología.
- Se implementó la aplicación de realidad aumentada como herramienta de apoyo didáctico para las materias de embriología y anatomía humana que sirvió de material virtual educativo permitiendo complementar el contenido de los textos formativos.
- Se consiguió examinar el resultado de la integración mediante la aplicación de realidad aumentada como herramienta educativa en un aula tradicional logró mejorar el rendimiento académico en los estudiantes como la factibilidad en la enseñanza y la transmisión de conocimiento por parte de los docentes.

## 6.2. Recomendaciones

Se recomienda:

- El desarrollo de tecnología de realidad aumentada como aplicaciones móviles que sirva como herramientas de comunicación e información orientada al proceso de enseñanza y aprendizaje
- Conocer nuevos modelos educativo en base a realidad aumentada para compensar las dificultades de los ambientes de estudio.
- Desarrollar e implantar aplicaciones de realidad aumenta en otras materias de diversas carreras.

## BIBLIOGRAFÍA

- American Psicología Asociación, (2010). *Publicación de Manual*. Sexta Edición. México: El Manual Moderno
- Placeres, R. Balderas, I. Barrientos, H. (2009). *Manual para la elaboración de tesis y trabajos de investigación*. Puebla: Academia de Investigación.
- Eco, (2000). *Como se hace una tesis*. México: Grad, S. A. de C.V.
- Hernández, C. (2014). *Manual para la elaboración de tesis profesional para licenciatura*. Xalapa; Universidad de Xalapa.
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Argentina: Shalom.
- Münch, L. Ángeles, E. (2003). *Métodos y técnicas de investigación*. México: Trillas
- Sampieri, R. Fernández, C. Baptista, M. (2014). *Metodología de investigación*. México: Mc. Graw Hill.
- Niño, V. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. México: Editorial Patria
- Gómez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. México: Red Tercer Milenio.
- Cohen, N. Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación ¿Para qué?*. Argentina: Tesea.
- Hernández, A. Ramos, M. Placencia, B. Indacochea, B. Quimis, A. Moreno, L. (2018). *Metodología de la investigación científica*. España: Área de Innovación y Desarrollo, S.L.
- Pájaro, D. (2002). La Formulación de Hipótesis. *Cinta de Moebio: Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, 15, pp. 373 – 388.
- Odontología, (2015). Plan de Estudio, pp. 6 - 77.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de Software*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. España: Pearson Education.
- Colomé, G. Femina, P. (2018). *Metodología de investigación para cursos de posgrado en ingeniería*. San Juan: Plaza.
- Kendall, K. Kendall, J. (2011). *Análisis y diseño de sistemas*. México: Pearson Education.
- Bahit, E. (2012). *Scrum & eXtreme Programming para programadores*. Buenos Aires: e sefe creative.
- Fernández, J. (2013). *Introducción a las metodologías ágiles*. España: UOC.
- Clark, W. (2020). *Metodología ágil: Una guía para principiantes sobre el método y los principios ágiles*. España: Independly published
- Schmuller, J. (2000). *Aprendiendo UML en 24 horas*. México: División Computación.
- Rumbaugh, J. Jacobson, I. Booch, G. (2000). *El lenguaje unificado de modelado. Manual de Referencia*. Madrid: Pearson Education S.A.
- Joyanes, L. (2008). *Fundamentos de programación: Algoritmos, estructura de datos y objetos*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Aguilar, R. (2011). *Taller 1 de Tics y Educación*. La Paz: DGFM
- Rosario, A. (2017). *Proceso de Enseñanza y Gestión Participativa*. República dominicana: UTECO.
- Morales, P. (2012). *Elaboración de material didáctico*. México: Red Tercer Milenio S.C.
- Ramírez, M. (2015). *Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes innovadores*. Monterrey: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- Joyce, B. Weil, M. (1985) *Modelos de enseñanza*. Madrid: Ediciones Anaya S.A.
- Ford, L. (1985). *Modelos para procesos de enseñanza- aprendizaje*. Texas: Mundo Hispano.

- Jaimez, C., Miranda, K., Vázquez, E., Vázquez, F. (2016). *Estrategias didácticas en educación superior basadas en el aprendizaje: innovación educativa y TIC*. Ciudad de México: UAM.
- Blázquez, A. (2017). *Realidad Aumentada en Educación*. Madrid: Creative Commons.
- González, C. Vallejos, D. Albusac, J. Castro, J. (2011). *Realidad Aumentada Un Enfoque Práctico con AERToolkit y Blender*. España: IednTIC consorcio.
- Barroso, J. Cabero, J. Garcia, F. Calle, F. Gallego, O. Casado, I. (2017). *Diseño, producción, evaluación y utilización educativa de la realidad aumentada*. España: Universidad de Sevilla.
- Rouvière. H. Delmas, A. (2005). *Anatomía Humana: Descriptiva, Topográfica y Funcional*. Barcelona: MASSON, S.A.
- Sadler, T. W. (2012). *Langman's Embriología Médica*. Barcelona: Williams & Wilkings, Wolters Klwer bussines.
- Florido, L. (2015). *La implementación del Mobile Marketing como herramienta multidisciplinar en el sector turístico y aeroportuario*. Saarbrücken: Academia Española.
- Viejo, D. Lozano M. (2011). *Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles*. San Vicente de Raspeig: Universidad de Alicante.
- Gaig, M. Tristem, B. (2016). *Unity Game Development in 24 Hours*. Indiana: SAMS Publishing.
- Pérez, C. Naranjo, M. Echeverría, B. (2018). *Estrategias y técnicas aplicadas al desarrollo del aprendizaje universitario*. Ecuador: ESPE.



- Barriga, F. Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México D.F.: McGraw-Will.
- Avolio de Cols, S. (1987). *Evaluación del proceso de enseñanza – Aprendizaje*. Buenos Aires: Mayer.
- Aniojovich, R. Mora, S. (2009). *Estrategias de enseñanza: Otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires: Aique.
- Salazar, C. Peña, C. Medina, R. (2018). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la docencia universitaria Experiencias desde el aula*. Colima: Universidad de Colima.
- Méndez, A. Gutiérrez, D. (2016). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Una mirada desde diferentes niveles educativos*. México: Red Durango de Investigadores Educativos A.C.
- Flores, J. Ávila, J. Rojas, C. Sáez, F. Acosta, R. Díaz, C. (2017). *Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios*. Concepción: Universidad de Concepción
- Vázquez, F. (2010). *Estrategias de enseñanza*. Bogotá: Kimpres Ltda.
- Parra, D. (2003). *Manual de estrategias de Enseñanza/Aprendizaje*. Medellín: Sena Antioquia.
- Pimienta, J. (2012). *Estrategias de Enseñanza – Aprendizaje*. México: Pearson Educación.
- Garrido, J. (2013). *TFC Desarrollo de Aplicaciones Móviles*. Barcelona: Universidad Oberta de Catalunya.
- Ramírez, R. (2012). *Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles*. Barcelona: Universidad Oberta de Catalunya.
- Morero, F. (2000). *Introducción a la OOP*. España: EIDOS
- Barnes, D. Kolling, M. (2007). *Programación orientada a objetos con java*. Madrid: Pearson.

- Landa, N. (2010). *C#: Guía total del programador*. Argentina: Users.
- Ferguson, J. Patterson, B. Beres, J. Bourquin, P. Gupta, M. (2003). *La biblia de C#*. España: Anaya Multimedia.
- Ramírez, V. (1996). Tipos de investigación y manejo de hipótesis. *CIENCIA ergo-sum*, 3(1), pp. 104 – 108. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5139927>.
- Farji, A. (2004). ¿Son Hipótesis las hipótesis estadísticas?. *Ecología Austral*, 14, pp. 201 – 203. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/cd0a/26f06fd52db6931fa726fec50088de062d2d.pdf>.
- Buenaventura, O. M. (2014). *Realidad aumentada como estrategia didáctica en curso de ciencias naturales de estudiantes de quinto grado de primaria de la institución Campo Valdés* (Tesis de Grado, Universidad de Medellín). Recuperado de <https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1242/Realidad%20aumentada%20como%20estrategia%20did%C3%A1ctica%20en%20curso%20de%20ciencias%20naturales%20de%20estudiantes%20de%20quinto%20grado%20de%20primaria%20de%20la%20Instituci%C3%B3n%20Educativa%20Campo%20Vald%C3%A9s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Alcántara, R. I. (2017). *Efecto del uso de una aplicación móvil de realidad aumentada en el rendimiento académico de las estudiantes de la Institución Educativa N° 82016 Santa Teresita* (Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca). Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1147>.

- Luque, M. (2015). *Realidad aumentada y reconocimiento de imágenes en el ámbito educativo* (Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés). Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/8746>.
- Chuquimia, H. R. (2014). *Aplicación de realidad aumentada como herramienta lúdica y pedagógica, orientada al proceso de enseñanza – aprendizaje* (Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés). Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/8403>.
- Saldarriaga, P. Bravo, G. Loor, M. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea, *Dominio de las ciencias*, 2, pp. 127 – 137. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5802932.pdf>.
- Gárgaro, B. Fernández, A. Garfella, P. Pérez, C. (2010). Modelos de enseñanza y aprendizaje en la universidad. *Formación y participación de los estudiantes en la universidad*, pp. 1 – 36. Recuperado de <http://www.redsite.es/docu/29site/ponencia3.pdf>.
- Pallages, Y. (2012). *Capas de la Ingeniería del Software* [Blog]. Recuperado de <http://ing-software3.blogspot.com/2012/10/capas-de-la-ingenieria-del-software.html>.
- Ávila, H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. Recuperado de [www.eumed.net/libros/2006c/203/](http://www.eumed.net/libros/2006c/203/).
- Bravo, G., Cáceres, M. (2006). El proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva comunicativa, *Revista de Educación*, 38(7), pp. 1 – 7. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjfqKzu1qfqAhVxHLkGHaVaDngQFjABegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Frieoei.org%2Fhistorico%2Fdeloslectores%2F1289Bravo.pdf&usg=AOvVaw1uFUTJ04CKZMa6dxYMeDzH>.

- Gutiérrez, M. (2018). Estilos de aprendizaje, estrategias para enseñar. Su relación con el desarrollo emocional y “aprender a aprender”. *Tendencias Pedagógicas*, 31, p. 83 – 96. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=1412>.
- Pérez, J. (2008). *Definición de enseñanza*. *Definiciones* [Artículo]. Recuperado de <https://definicion.de/ensenanza/>.
- Bembibre, C. (2009). Definición de enseñanza. Definición ABC [Artículo]. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/social/ensenanza.php>.
- Porto, J. Gardy, A. (2012). *Definición de aprendizaje* [Artículo]. Recuperado de <https://definicion.de/aprendizaje/>.
- Raffino, M. (2019, 29 de noviembre). *Aprendizaje concepto* [Artículo]. Recuperado de <https://concepto.de/aprendizaje-2/>.
- García, F. Fonseca, G. Concha, L. (2015). Aprendizaje y rendimiento académico en educación superior: un estudio comparado. *Actualidades Investigativas en Educación*, 15(3), pp. 1 – 26. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/447/44741347019.pdf>.
- Mercedes, M. (2017). *¿Cómo funciona el proceso de enseñanza-aprendizaje? Enseñanza virtual* [Artículo]. Recuperado de <http://elearningmasters.galileo.edu/2017/09/28/proceso-de-ensenanza-aprendizaje/>.
- Orellana, L. (2012). *Técnicas de enseñanza* [Blog]. Recuperado de <http://lizzi2012.blogspot.com/2012/09/tecnicas-de-ensenanza-5.html>
- Mijangos, R. A. (2012). *Métodos de enseñanza* [Artículo]. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos15/metodos-ensenanza/metodos-ensenanza.shtml>.

- Márquez, P. (2004). Los medios didácticos [Artículo]. Recuperado de <http://cencs.org/studyhall/documentos/06mediosdidacticos.htm>.
- Moncayo, R. *Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria*. Recuperado de <https://ecotec.edu.ec/content/uploads/mcientificas2018/5tecnologias-informacion-comunicacion/013.pdf>
- López, A. Ramírez, A. Carlos, D. Mendoza, A. Esquivel, V. (2019). Aplicación de realidad aumentada como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Pistas Educativas*, 41(134), pp. 397 – 412. Recuperado de <http://www.itc.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/2072/1639>.
- Mobile Marketing Association. (2011). *Guía de apps móviles [Libro]*. Recuperado de <http://www.iagt.es/wp-content/uploads/libroblanco.pdf?x43471>.
- Angarita, J. (2018). Apropiación de la realidad aumentada como apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica primaria. *Boletín Redipe*, 7(12), pp. 144-157. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6728828>.
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/viewFile/61619/37631Vidal>.
- Tekeedere, H., y Göker, H. (2016). *Examining the effectiveness of augmented reality applications in education: A meta-analysis. International Journal of Environmental and Science Education*, 11(16), 9469 - 948. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1118774.pdf>.
- Arteaga, L. Mendoza, G. Sosa, R. (2012). *Programación Extrema (XP) [Blog]*. Recuperado de <https://sites.google.com/site/xpmetodologia/presentacion>.

- Marvel. (2019). *Creación rápida de prototipos, pruebas y entrega para equipos de diseño moderno*. Recuperado de <https://marvelapp.com/>.
- Moya, D. (2018). *Photopea, un potente editor de imágenes online* [Blog]. Recuperado de <https://www.tekcrispy.com/2018/07/17/photopea/>.
- EducaconTIC. (2012). *Canva, una espectacular herramienta para diseñar contenido web* [Blog]. Recuperado de <http://www.educacontic.es/blog/canva-una-espectacular-herramienta-para-disenar-contenido-web>.
- Ecured. (2020). *StartUML*. Recuperado de <https://www.ecured.cu/StartUML>.
- Manuel, F. (2012). *Sublime Text, un sofisticado editor de código multiplataforma* [Artículo]. Recuperado de <https://www.genbeta.com/herramientas/sublime-text-un-sofisticado-editor-de-codigo-multiplataforma>.
- Jiménez, J. (2018). C#: *Qué es y para qué se utiliza* [Artículo]. Recuperado de <https://negociosyestrategia.com/blog/que-es-csharp/>.
- Altamirano, J. (2017). *Desarrollo de un sistema de información haciendo uso de la Metodología XP para la gestión de ventas, compras y almacén de la empresa Agro Market Perú S.A.C* (Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1948/BC-TES-TMP-803.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Saez, J. M., Cozar, R. Domínguez, M. C. (2018). Realidad aumentada en Educación Primaria: comprensión de elementos artísticos y aplicación didáctica en ciencias sociales. *Digital Education*, 34, pp. 59 – 75. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/329921881\\_Realidad\\_aumentada\\_en\\_Educacion Primaria comprension deelementos artisticos y aplicacion didactica en ciencias sociales](https://www.researchgate.net/publication/329921881_Realidad_aumentada_en_Educacion Primaria comprension deelementos artisticos y aplicacion didactica en ciencias sociales).

- García, M. Reyes, J. Godínez, G. (2017). Las Tic en la educación superior, innovaciones y retos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas: RICSH*, 6(12), pp. 299 – 316. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6255413>.
- Rethmias, P. (2017). *Guía para el principiante Blender*. Recuperado de <https://www.lawebdelprogramador.com/pdf/3726-Manual-basico-Blender-3D-Guia-para-el-principiante.html>.
- Sorroza, N. Jinez, J. Rodríguez, J. Caraguay, W. Sotomayor, M. (2018). Las TIC y la resistencia al cambio en la educación superior. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 2(2), pp. 477 – 495. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6732779>
- Gallego, A. Saura, N. Nuñez, P. (2013). *AR-Learning Libro interactivo basado en realidad aumentada con aplicación a la enseñanza*, 8, pp. 74 – 88. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5385923>.
- Tovar, L. C. (2013). *Aplicación interactiva basada en realidad aumentada para el aprendizaje de ajedrez básico*. (Trabajo de Investigación, Universidad de Cartagena). Recuperado de <http://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/1394/Trabajo%20de%20Investigacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luque, M. (2015). *Realidad aumentada y reconocimiento de imágenes en el ámbito educativo*. (Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés). Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/8746/T.3088.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cabero, J. Vázquez, E. López, E. (2018). *Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria*, 11(1) pp. 25 – 34. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/323160906\\_Uso\\_de\\_la\\_Realidad\\_Aumentada\\_como\\_Recurso\\_Didactico\\_en\\_la\\_Ensenanza\\_Universitaria](https://www.researchgate.net/publication/323160906_Uso_de_la_Realidad_Aumentada_como_Recurso_Didactico_en_la_Ensenanza_Universitaria).
- García. I. (2018). Introducción práctica a Unity 3D. *Aprende a crear tus propios videojuegos con UNITY 3D*, 1, pp. 1 – 41. Recuperado de <https://trinit.es/unity/tutoriales/1%20Introducci%C3%B3n%20Pr%C3%A1ctica%20a%20Unity%203D.pdf>
- García. I. (2018). Vuforia SDK para Unity. *Vuforia y Unity*, 1, pp 1 – 5. Recuperado de [https://www.academia.edu/9800549/Vuforia\\_SDK\\_para\\_Unity](https://www.academia.edu/9800549/Vuforia_SDK_para_Unity).
- García A. C. (2018). *Prototipo de Aplicación Basada en Tecnología de Realidad Aumentada Aplicada al Sector Turístico/Ferial* (Proyecto de Grado, Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación). Recuperado de [http://oa.upm.es/53793/1/TFG\\_CRISTIAN\\_GARCIA\\_ALBA.pdf](http://oa.upm.es/53793/1/TFG_CRISTIAN_GARCIA_ALBA.pdf).
- Blázquez, Alegría. (2017). *Realidad Aumentada en la Educación*. Recuperado de [http://oa.upm.es/45985/1/Realidad\\_Aumentada\\_Educacion.pdf](http://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada_Educacion.pdf).
- Developers (2020). Introducción a Android Studio. Recuperado de <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>.
- Blázquez, Alegría. (2017). *Realidad Aumentada en la Educación*. Recuperado de [http://oa.upm.es/45985/1/Realidad\\_Aumentada\\_Educacion.pdf](http://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada_Educacion.pdf)
- Blender. (2020). *Blender 2.9 Manual: Introducción a Blender*. Recuperado de [https://docs.blender.org/manual/es/dev/getting\\_started/about/introduction.html](https://docs.blender.org/manual/es/dev/getting_started/about/introduction.html).
- Ártica, Roberto. (2014). *Desarrollo de Aplicaciones Móviles*. (Informe Práctico de Suficiencia Profesional). Recuperado de



[http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4515/Robertho\\_Tesis\\_Titulo\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4515/Robertho_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y) .

Sistemas. (2016). *Definición de Aplicación* [Artículo]. Recuperado de <https://sistemas.com/aplicacion.php>.

GSOFT. (marzo, 2016). *¿Que necesito? ¿Web Apps, App Nativa o App Híbrida?* [Artículo]. Recuperado de <https://www.gsoft.es/articulos/que-necesito-web-apps-app-nativa-o-app-hibrida/>.

SOLVYTE. (julio, 2019). *Tipos de aplicaciones móviles: nativas, webs, híbridas* [Artículo]. Recuperado de <https://www.solbyte.com/blog/2014/07/21/tipos-de-aplicaciones-moviles-nativas-webs-hibridas/>.

dCHAIN Global. (2018). *Tipos de App: ¿Qué es una app y para qué sirven?* [Artículo]. Recuperado de <http://dchain.com/la-influencia-de-los-colores-en-el-diseno-web-2/>.

Multi-Sitio. (2018). *Niveles de Realidad Aumentada* [Artículo]. Recuperado de <https://multi-sitio.com/niveles-de-realidad-aumentada/>.

Heras, L. y Villarreal, J. (2007). *Realidad Aumentada, una tecnología en espera de usuarios. Revista.unam.mx*, 5(7), pp. 1 – 9. Recuperado de [https://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/jun\\_art48.pdf](https://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/jun_art48.pdf).

Realidad Aumentada. (2017). *Niveles de Realidad Aumentada*. [Blog] Recuperado de [http://realidadaugmentadaparaestudiantes.blogspot.com/2017/04/niveles-de-la-realidad-aumentada\\_29.html](http://realidadaugmentadaparaestudiantes.blogspot.com/2017/04/niveles-de-la-realidad-aumentada_29.html).

Rubio, M. (2016). *Tres ejemplos de cómo la realidad virtual y la realidad aumentada ayudan en la educación* [Imagen]. Recuperado de <http://www.globalnetsolutions.es/blog/tres-ejemplos-de-como-la-realidad-virtual-y-la-realidad-aumentada-ayudan-en-la-educacion/>.

- MI ARAGON.ES. (2020). *El sector inmobiliario abre la puerta a las nuevas tecnologías* [Grafico]. Recuperado de <https://miaragon.es/7-entorno-economico/el-sector-inmobiliario-abre-la-puerta-a-las-nuevas-tecnologias/>.
- Sangra, A. (2013). *La realidad aumentada y su aplicabilidad en el ámbito educativo* [Imagen]. Recuperado de <https://blogs.elpais.com/traspassando-la-linea/2013/07/la-realidad-aumentada-y-su-aplicabilidad-en-el-%C3%A1mbito-educativo.html>.
- Innovae. (2020). *Niveles de realidad aumentada* [Imagen]. Recuperado de <https://www.innovae.eu/la-realidad-aumentada/>.
- Santos J.G. (2018). *Realidad aumentada* [Imagen]. Recuperado de <http://jdsantospreimpresion.blogspot.com/2018/02/realidad-aumentada.html>.
- Realsmart. (2014). *LearnAR, el cuerpo humano con Realidad Aumentada* [Imagen]. Recuperado de <https://didactalia.net/comunidad/materiaeducativo/recurso/learn-ar-el-cuerpo-humano-con-realidad-aumentada/5927a7e9-5d05-4e9c-8a82-6b0ff7780fc8>.
- Reinoso, R. (2012). *Top 5 Recursos de Realidad Aumentada para Educación* [Imagen]. Recuperado de <https://es.slideshare.net/tecnotic/top-5-de-recursos-de-realidad-aumentada-desarrollados-para-educacin>.
- Unity. (2016). *Manual Unity* [Guía]. Recuperado de <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/UnityManual.html>.
- IAT. (2020). *Realidad aumentada. ¿qué es? Características y tipos* [Artículo]. Recuperado de <https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/>.
- López, L. (2016). *La realidad aumentada y la educación* [Blog]. Recuperado de <https://blogs.deusto.es/aplicaciones-tic/la-realidad-aumentada-y-la-educacion/>.

- López, M. (2014). *Realidad aumentada en la educación* [Imagen]. Recuperado de <https://www.nubemia.com/realidad-aumentada-en-la-educacion/>.
- Cubillo, J. Martín, S. Castro, M. Colmenar, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *Revista Iberoamericana de Educación Superior a Distancia*, 17(2), pp. 241 – 274. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3314/331431248012.pdf>.
- Santos, J.G. (2013). *¿Qué es mejor para el marketing los códigos QR o la realidad aumentada?*. Recuperado de [Imagen]. Recuperado de <https://joselspovi.wordpress.com/2013/12/05/que-es-mejor-para-el-marketing-los-codigos-qr-o-la-realidad-aumentada3/>.
- Vila Grau, J. L. (08 julio, 2016). *La Metodología XP: la metodología de desarrollo de software más exitosa* [blog]. Recuperado de <https://proagilist.es/blog/agilidad-y-gestion-agil/agile-scrum/la-metodologia-xp/>.
- ING. SOFTWARE. (2013). *Metodología XP* [Blog]. Recuperado de <http://ingsoftware072301.obolog.es/metodologia-xp-2012877>
- Pereira, B. Ayaach, F. Quintero, H. (2016). *Métricas de calidad de software* [Artículo]. Recuperado de <https://docplayer.es/3367834-Metricas-de-calidad-de-software-integrantes-betzabeth-pereira-farid-ayaach-henry-quintero-ismael-granadillo-jomar-bustamante.html>
- Juson, Y. Chammili, K. Yahaya, J. Che Pa, N. (2012). Los criterios de selección para la adopción de software de código abierto en Malasia. *Revista Internacional de Avances en Tecnología Informática*, 4(21), pp. 278 – 287. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/276008627\\_The\\_Selection\\_Criteria\\_of\\_Open\\_Source\\_Software\\_Adoption\\_in\\_Malaysia](https://www.researchgate.net/publication/276008627_The_Selection_Criteria_of_Open_Source_Software_Adoption_in_Malaysia).

- Martínez, J. L. López, D. Medina, R. Rangel, R. (2012) *Estimación de costo del software* [Proyecto de Investigación]. Recuperado de <https://pt.slideshare.net/jlmu10/estimacion-de-costo-del-software-cocomo>.
- Cruz, A. (2014). *Realidad Aumentada con Vuforia* [Artículo]. Recuperado de <https://www.desarrollolibre.net/blog/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.Xvph8Od7nIV>.
- Pérez, J. (2008). *Definición de material didáctico* [Artículo]. Recuperado de <https://definicion.de/material-didactico/>.
- Casiopea. (2016). *Definición, uso y diseño del material lúdico-didáctico*. Recuperado de [https://wiki.ead.pucv.cl/Definici%C3%B3n,\\_uso\\_y\\_dise%C3%B1o\\_del\\_material\\_l%C3%BAdico-did%C3%A1ctico](https://wiki.ead.pucv.cl/Definici%C3%B3n,_uso_y_dise%C3%B1o_del_material_l%C3%BAdico-did%C3%A1ctico).
- Ramos, G. Páez, J. (2011). Análisis del método para calificación de software QSOS para la selección de software aplicable a procesos educativos. *Enfoque*, 2(1), pp. 102 – 124. Recuperado de <https://www.ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/12/12>,
- Semeteys, R. (2008). *Method for Qualification and Selection of Open Source Software* [Artículo]. Recuperado de <https://timreview.ca/article/146>.
- Wikipedia. (2020). *Open-source software assessment methodologies*. Recuperado de [https://en.wikipedia.org/wiki/Open-source\\_software\\_assessment\\_methodologies](https://en.wikipedia.org/wiki/Open-source_software_assessment_methodologies).
- Gil, A.C. (2012). *El modelo COCOMO para estimar costes en un proyecto de software* [Blog]. Recuperado de <https://www.eoi.es/blogs/cesaraparcio/2012/05/06/el-modelo-cocomo-para-estimar-costes-en-un-proyecto-de-software/>.
- Gómez, J. (2013). *Estimación de costes con COCOMO 81 (I)* [Blog]. Recuperado de <https://www.laboratorioti.com/2013/04/15/estimacion-de-costes-con-cocomo-81-i/>

- Dolado, J. (2018). *El modelo COCOMO* [Blog]. Recuperado de <http://adminprojssoft.blogspot.com/2015/11/cocomo-ii.html>.
- Marlene Sanchez. (4 Octubre, 2017). *Estimación COCOMO Básico y COCOMO II*. [Archivo de video]. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=\\_0w\\_Haw8RxY](https://www.youtube.com/watch?v=_0w_Haw8RxY).
- Universidad Popular del Cesar (2019). Modelo de Estimación COCOMO. *Ingeniería de Software*. Recuperado de <https://www.studocu.com/co/document/universidad-popular-del-cesar/ingenieria-de-software-ii/apuntes/estimacion-cocomo-guia/4989984/view>.
- Roman, J. (2014). *Guía de Sublime Text: ¿El mejor editor de código?* [Artículo]. Recuperado de <https://www.emezeta.com/articulos/guia-sublime-text>.
- Garcia, L. (2013). *Distribución "T" de Estudent* (Monografía). Recuperado de <https://es.slideshare.net/torimatcordova/distribucion-t-de-student-28545004>.
- Joseph, A.B. (2011). *T de student para dos muestras independientes* [Imagen]. Recuperado de <https://es.slideshare.net/jab2801/t-de-student-para-dos-muestras-independientes-9249928>.
- Monjaraz, L. (2018). *Distribución T Student* [Imagen]. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/379718283/Distribucion-T-Student>.



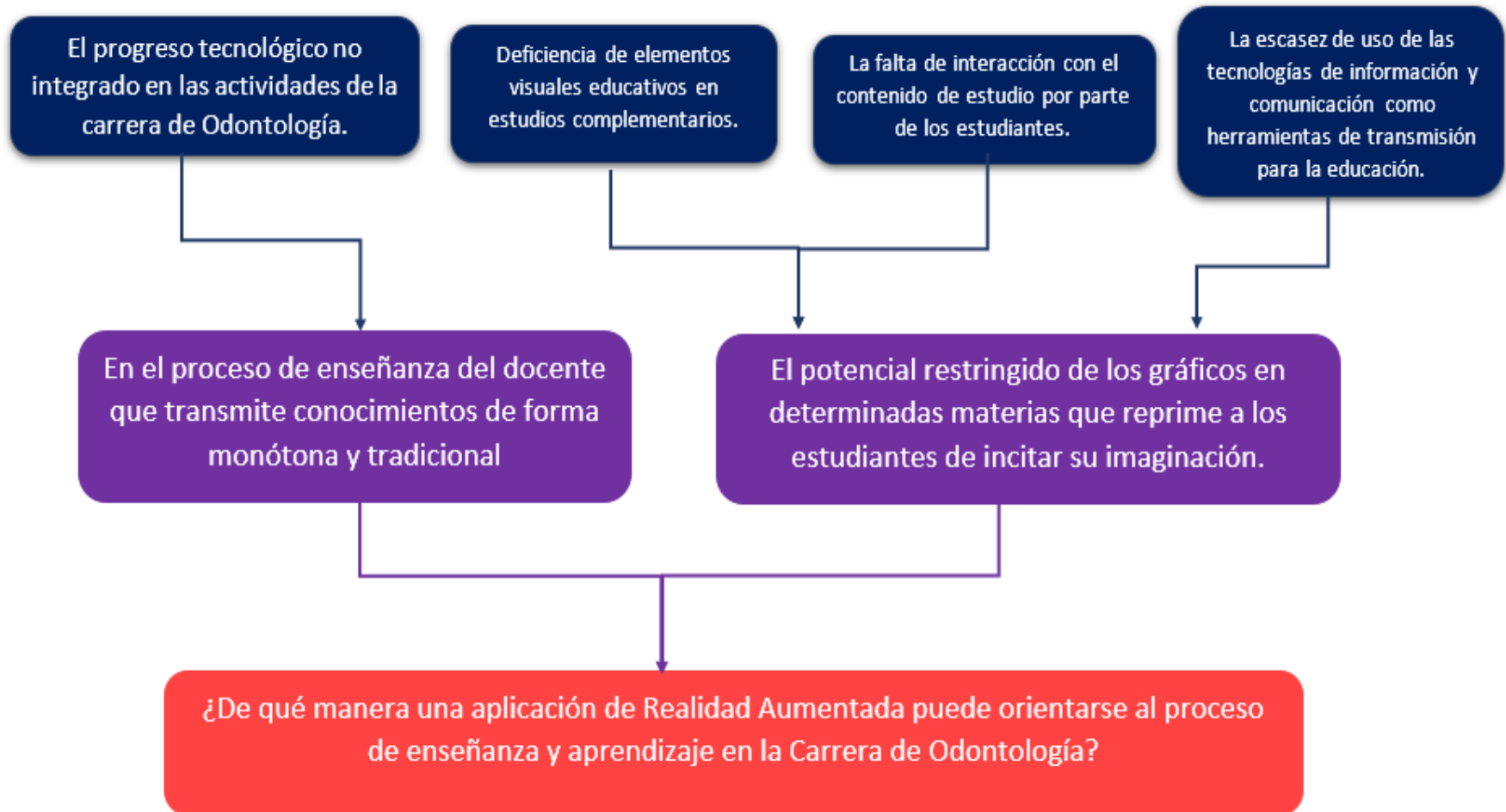
---

# ANEXOS

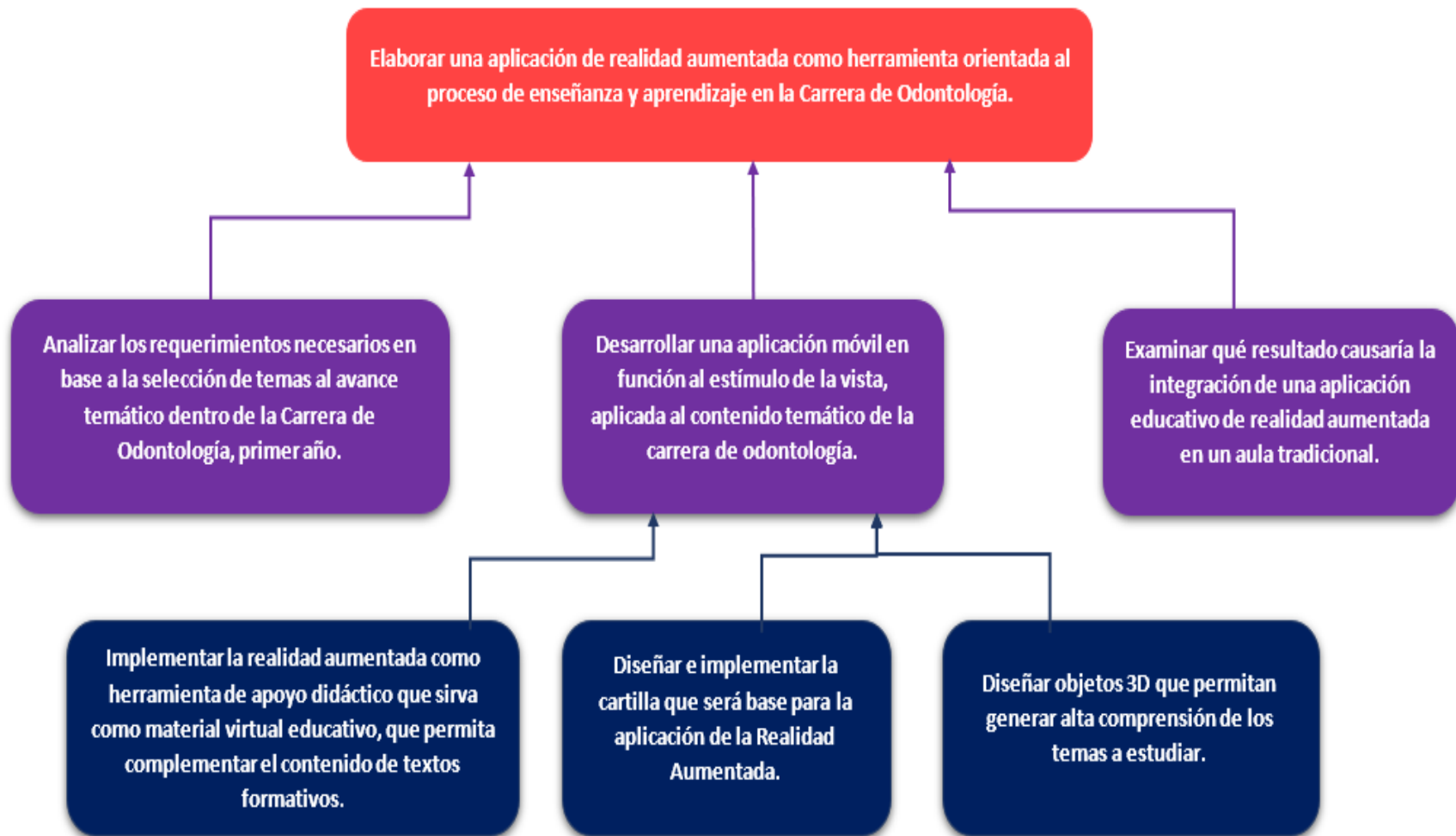
---



## ANEXO A. ÁRBOL DE PROBLEMAS



## ANEXO B. ÁRBOL DE OBJETIVOS





## ANEXO C: MATRIZ DE CONSISTENCIAS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p><b>Formulación de Problema:</b> ¿De qué manera una aplicación de Realidad Aumentada pueda orientarse al proceso de enseñanza y aprendizaje en la Carrera de Odontología?</p> <p><b>Problemas Secundarios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ En el proceso de enseñanza del docente que transmite conocimientos de forma monótona y tradicional.</li> <li>➤ El progreso tecnológico no integrado en las actividades de la carrera de Odontología.</li> </ul>	<p><b>Objetivos General:</b> Elaborar una aplicación de realidad aumentada como herramienta orientada al proceso de enseñanza y aprendizaje en la Carrera de Odontología.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Analizar los requerimientos necesarios en base a la selección de temas al avance temático dentro de la Carrera de Odontología, primer año.</li> <li>✓ Diseñar e implementar la cartilla que será base para la aplicación de la Realidad Aumentada.</li> <li>✓ Diseñar objetos 3D que permitan generar alta</li> </ul>	<p>La Realidad Aumentada como herramienta tecnológica incrementa el aprendizaje en los estudiantes y apoya a la enseñanza a los docentes en la Carrera de Odontología.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Realidad Aumentada</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Incrementa el aprendizaje</p>	<p><b>Método de investigación:</b> Analítico</p> <p><b>Técnicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista</li> <li>- Observación</li> <li>- Cuestionarios</li> </ul> <p><b>Método de desarrollo:</b> Metodología XP</p>	<p><b>La población:</b> La población está constituida por universitarios del paralelo “A” primer año de la Carrera de Odontología</p> <p><b>Muestra:</b> Está compuesta por 2 grupos de 30 universitarios</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizaron una prueba con la ayuda de la aplicación de realidad aumentada.</li> <li>2. realizaron la prueba sin la</li> </ol>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El potencial restringido de los gráficos en determinadas materias que reprime a los estudiantes de incitar su imaginación.</li> <li>➤ Deficiencia de elementos visuales educativos en estudios complementarios.</li> <li>➤ La falta de interacción con el contenido de estudio por parte de los estudiantes.</li> <li>➤ La escasez de uso de las tecnologías de información y comunicación como herramientas de transmisión para la educación.</li> </ul>	<p>comprensión de los temas a estudiar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desarrollar una aplicación móvil en función al estímulo de la vista, aplicada al contenido temático de la carrera de odontología.</li> <li>✓ Implementar la realidad aumentada como herramienta de apoyo didáctico que sirva como material virtual educativo, que permita complementar el contenido de textos formativos.</li> <li>✓ Examinar qué resultado causaría la integración de una aplicación educativo de realidad aumentada en un aula tradicional.</li> </ul>				<p>ayuda de la aplicación de realidad aumentada</p>
--	---	--	--	--	---

**ANEXO D: ENTREVISTA****ENTREVISTA****1. ¿Qué deficiencias tiene la carrera de odontología en material de estudio?**

**R.-** No cuentan con bastante material para poder distribuir a todos los estudiantes además de ser difícil de examinar los materiales siendo tantos los alumnos por paralelo.

**2. ¿Qué métodos de enseñanza utilizan usualmente?**

**R.-** Método presencial, audiovisual y prácticas.

**3. ¿Con que problemas se encuentran al momento de impartir conocimiento en clase?**

**R.-** Distracción de los estudiantes, aglomeración al momento manejar los objetos de estudio, falta de material virtual.

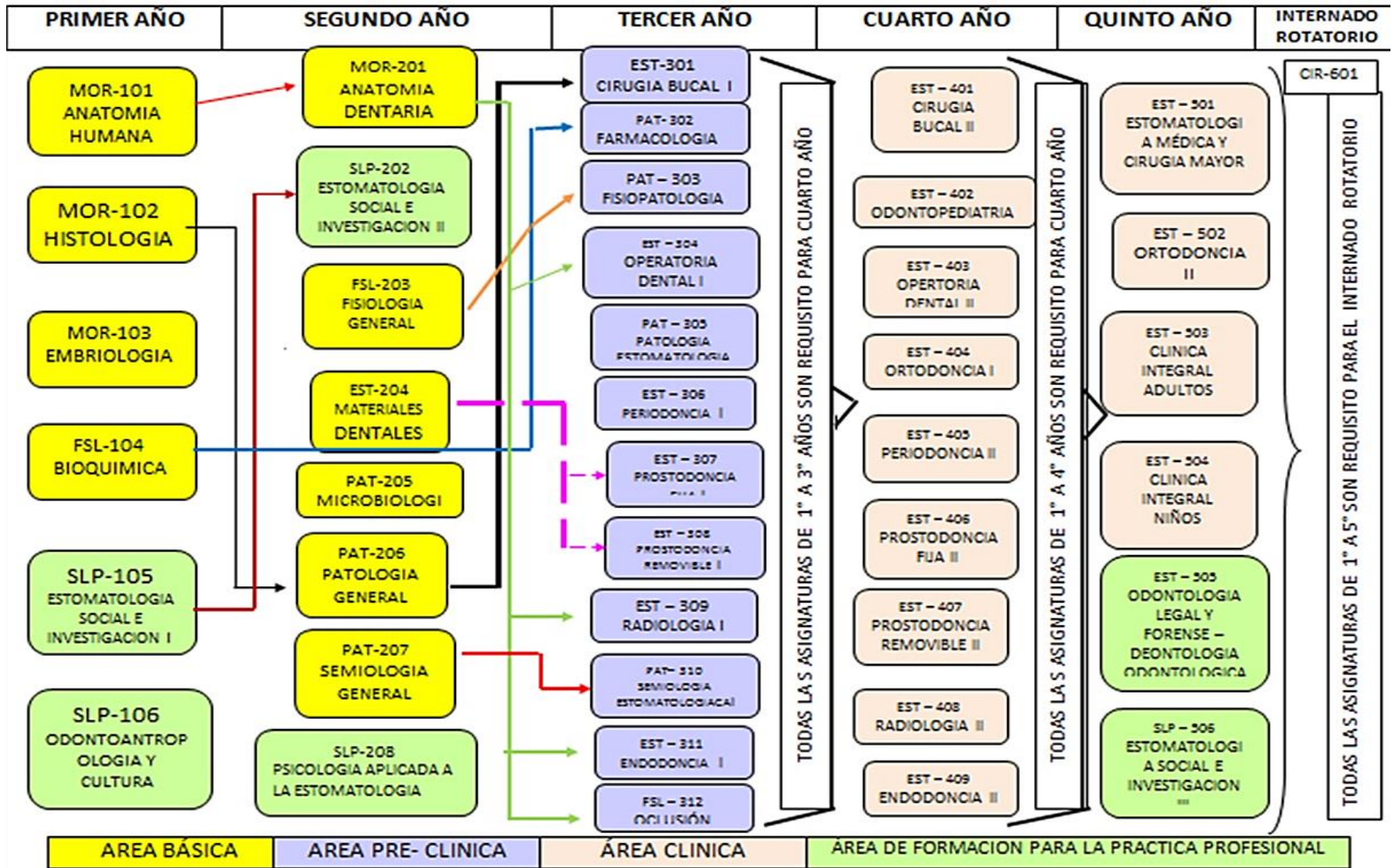
**4. ¿Cuáles son las materias que más les dificulta enseñar?**

**R.-** Anatomía Humana y Embriología

**5. ¿Cuál es el problema más importante al realizar prácticas?**

**R.-** No todos los alumnos cuenta con material individual para estudiar.

ANEXO E: MALLA CURRICULAR CARRERA ODONTOLÓGICA



## ANEXO F: HORARIO CARRERA DE ODONTOLOGÍA PRIMER AÑO

UNIVERSIDAD PUBLICA DE EL ALTO - CARRERA DE ODONTOLOGIA															
HORARIO 1er. AÑO - 2020															
HORAS	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES		
7:30 - 7:45															
7:45 - 8:00															
8:00 - 8:15															
8:15 - 8:30															
8:30 - 8:45															
8:45 - 9:00															
9:00 - 9:15															
9:15 - 9:30															
9:30 - 9:45															
9:45 - 10:00															
10:00 - 10:15															
10:15 - 10:30															
10:30 - 10:45															
10:45 - 11:00															
11:00 - 11:15															
11:15 - 11:30															
11:30 - 11:45															
11:45 - 12:00															
12:00 - 12:15															
12:15 - 12:30															
12:30 - 12:45															
12:45 - 13:00															
13:00 - 13:15															
13:15 - 13:30															
13:30 - 13:45															
13:45 - 14:00															
14:00 - 14:15															
14:15 - 14:30															
14:30 - 14:45															
14:45 - 15:00															
15:00 - 15:15															
15:15 - 15:30															
15:30 - 15:45															
15:45 - 16:00															
16:00 - 16:15															
16:15 - 16:30															
16:30 - 16:45															
16:45 - 17:00															
17:00 - 17:15															
17:15 - 17:30															
17:30 - 17:45															
17:45 - 18:00															
18:00 - 18:15															
18:15 - 18:30															
18:30 - 18:45															
19:00 - 19:15															
19:15 - 19:30															
19:30 - 20:00															

## **ANEXO G: CONTENIDO TEMÁTICO PARA LA APLICACIÓN**

Contenido mínimo del prototipo de la aplicación móvil de realidad aumentada como herramienta orientada al proceso de enseñanza y aprendizaje.

### **ANATOMÍA HUMANA**

#### **UNIDAD I. INTRODUCCIÓN Y OSTEOLOGÍA**

**TEMA 1.** Generalidades de anatomía macroscópica. Terminología anatómica, metodología de estudio, términos de dirección y posición. Aparatos de la vida de relación: aparato de la locomoción, esqueleto, huesos, estructura ósea, articulaciones, músculos, fascias y tendones. Aparato de la innervación: sistema nervioso, subdivisión, Aparato sensorial, órgano del tacto, piel. Aparatos de la nutrición: Aparato digestivo, aparato cardio circulatorio, vasos sanguíneos y linfáticos, mecánica de la circulación, circulación porta, sistema linfático. Aparato respiratorio. Aparato urinario. Aparatos de la generación, glándulas de secreción interna, hormonas.

**TEMA 2.** Esqueleto de la cabeza huesos del cráneo: frontal, etmoides, esfenoides.

**TEMA 3.** Esqueleto de la cabeza huesos del cráneo: temporal, occipital, parietal

**TEMA 4.** Cráneo en general, desarrollo de cráneo. Fontanelas, puntos craneométricos, huesos wormianos.

**TEMA 5.** Huesos de la cara: maxilar, palatino, lagrimal.

**TEMA 6.** Huesos de la cara: mandíbula, cornete inferior, nasales, vómer, malar.

## **EMBRIOLOGÍA**

### **UNIDAD II.**

#### **EMBRIOLOGÍA HUMANA**

**TEMA 7.-** GENERALIDADES DE EMBRIOLOGÍA HUMANA. Objeto y campo de la embriología. Valor de la embriología. Embriología descriptiva, experimental y comparada. Embriología humana y aplicada. Periodos del desarrollo. Mecanismos que controlan y regulan el desarrollo. Terminología descriptiva. Datos históricos.

**TEMA 8.-** ÓRGANOS REPRODUCTORES FEMENINOS. Introducción. Los ovarios. Las Trompas uterinas. El útero, Istmo del útero, cuello del útero. La vagina.

**TEMA 9.-** FISIOLOGÍA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO. Ciclos sexuales. Eje hipotálamo-hipofiso-ovárico. Ciclo ovárico. Ciclo uterino. Gonadotrofina coriónica. Resumen de la interacción hormonal en el ciclo menstrual.

**TEMA 10.-** GAMETOGÉNESIS. Introducción. Gametogénesis. Cambios morfológicos durante la espermatogénesis. Cambios morfológicos durante la ovogénesis. Gametos anormales.

**TEMA 11.-** PRIMERA SEMANA DEL DESARROLLO. Introducción. Almacenamiento transporte de los espermatozoides. Transporte de los espermatozoides en los conductos genitales femeninos. Capacitación de los espermatozoides. Captación y transporte del oocito a través de la trompa uterina. Fecundación. Consecuencias de la fecundación. Segmentación. Diferenciación de las blastómeras. Consecuencias de la segmentación. Formación del blastocisto y diferenciación del hipoblasto. Implantación. Nutrición. Patología.

**TEMA 12.-** SEGUNDA SEMANA DEL DESARROLLO. Introducción. Octavo día del desarrollo. Noveno día del desarrollo. Décimo día del desarrollo. Decimoprimer día del

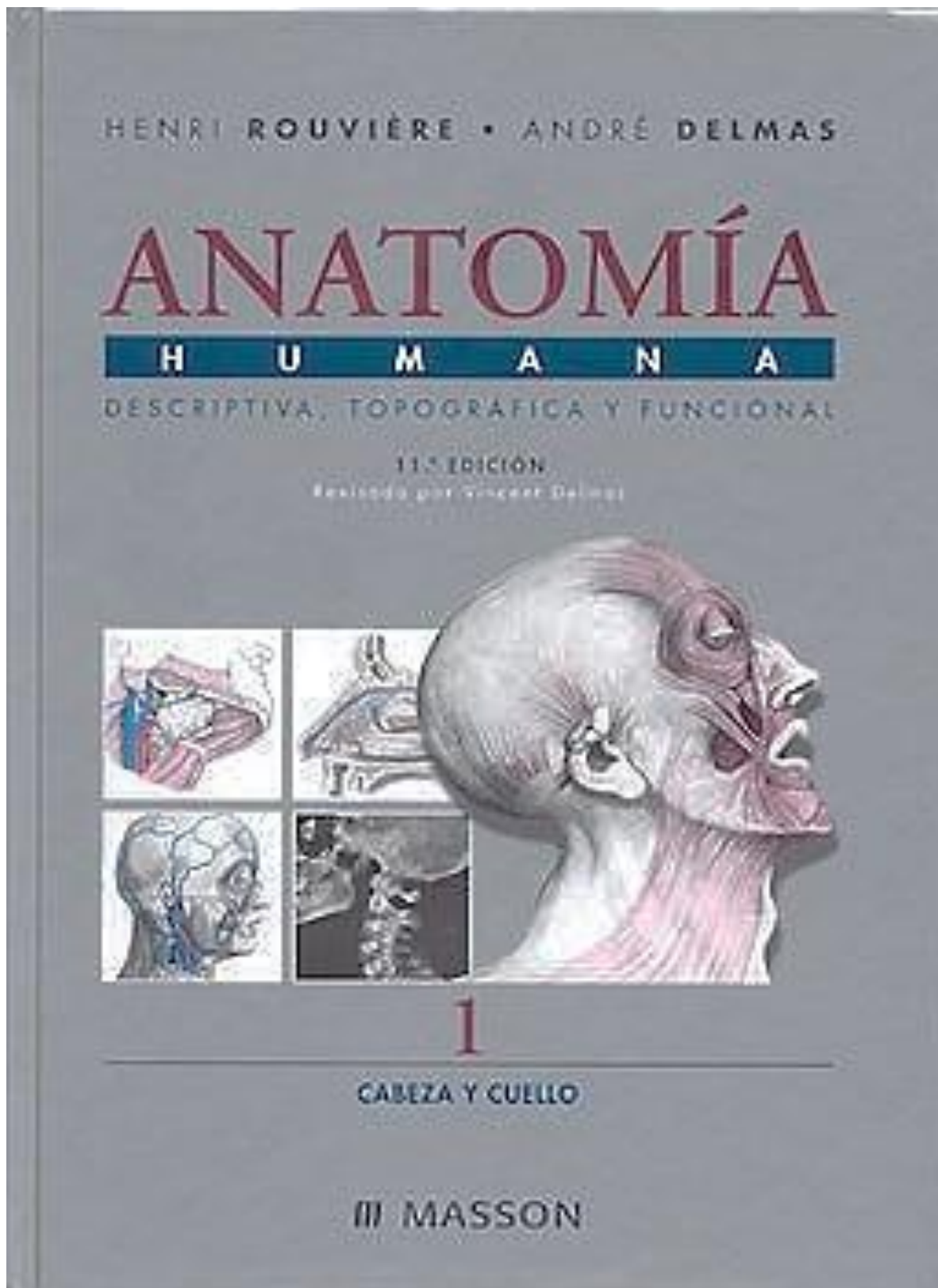
desarrollo. Duodécimo día del desarrollo. Decimotercer día del desarrollo. Decimocuarto día del desarrollo. Compatibilidad inmunológica entre el embrión y la madre. Nutrición del embrión durante la segunda semana. Patología.

**TEMA 13.- TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO.** Introducción. Gastrulación. Formación de la notocorda. Segmentación del mesodermo intraembrionario. Desarrollo del trofoblasto durante la tercera semana del desarrollo. Nutrición del embrión durante la tercera semana. Patología.

**TEMA 16.- PERIODO FETAL.** Introducción. Crecimiento Fetal. Cálculo de la edad gestacional. Desarrollo secuencial durante el periodo fetal. Viabilidad. Factores determinantes en el crecimiento fetal. Mecanismos que desencadenan el parto.



## ANEXO H: CARTILLA DE ANATOMÍA HUMANA



## **ANATOMÍA HUMANA**

Anatomía viene del latín y también del griego y significa «disección». Se podría decir que es la ciencia que se dedica a estudiar las características y todo lo que guarde relación con los seres vivos.

Para definir el concepto de anatomía humana se puede decir que es un área de la biología que se dedica al estudio de la forma y la estructura del cuerpo humano. También se ocupa de investigar las leyes que predominan en el desarrollo de su estructura en relación a sus funciones y su interacción con el medio que lo rodea.

Se considera una ciencia descriptiva, por cómo puntualiza los componentes pertenecientes al organismo que será estudiado, no sólo por su nivel de composición, sino también por su funcionamiento y cambios generados en él.

## **ANATOMÍA DESCRIPTIVA DE LA CABEZA**

### **ESQUELETO DE LA CABEZA**

El esqueleto de la cabeza se divide en dos partes: el cráneo y la cara.

- El cráneo es una caja ósea que contiene el encéfalo. Se distingue una porción superior o bóveda y una porción inferior plana que se denomina base.
- La cara es un macizo óseo suspendido de la mitad anterior de la base del cráneo. Limita con el cráneo las cavidades ocupadas por la mayor parte de los órganos de los sentidos.

### **HUESOS DEL CRÁNEO**

El cráneo está constituido por ocho huesos, sin incluir ciertas piezas óseas inconstantes denominadas huesos sutúrales. Estos ocho huesos son: el hueso frontal, el etmoides, el esfenoides, el occipital, los dos huesos temporales y los dos huesos parietales. Los cuatro primeros son impares y medios, mientras que los cuatro últimos son pares y están simétricamente situados en las porciones laterales del cráneo.

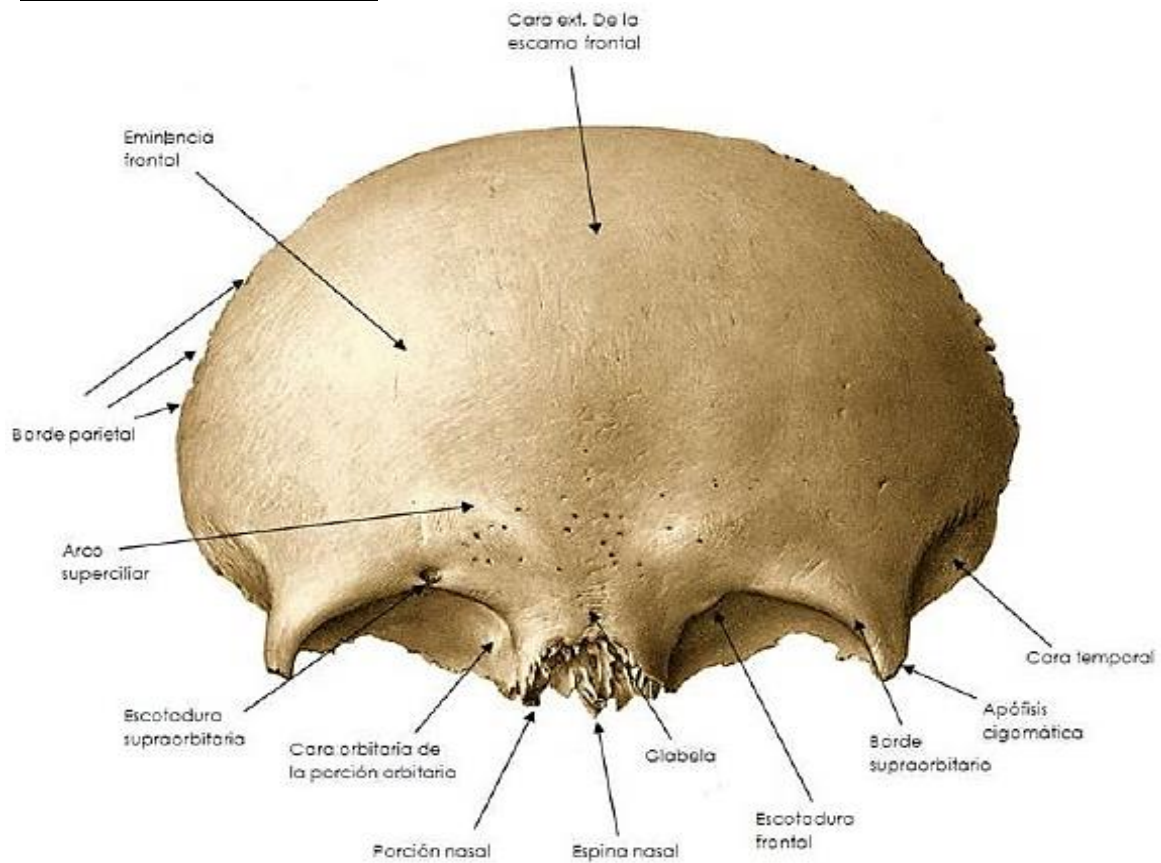
#### **A) HUESO FRONTAL**

El hueso frontal está situado en la porción anterior del cráneo, superiormente al macizo facial.

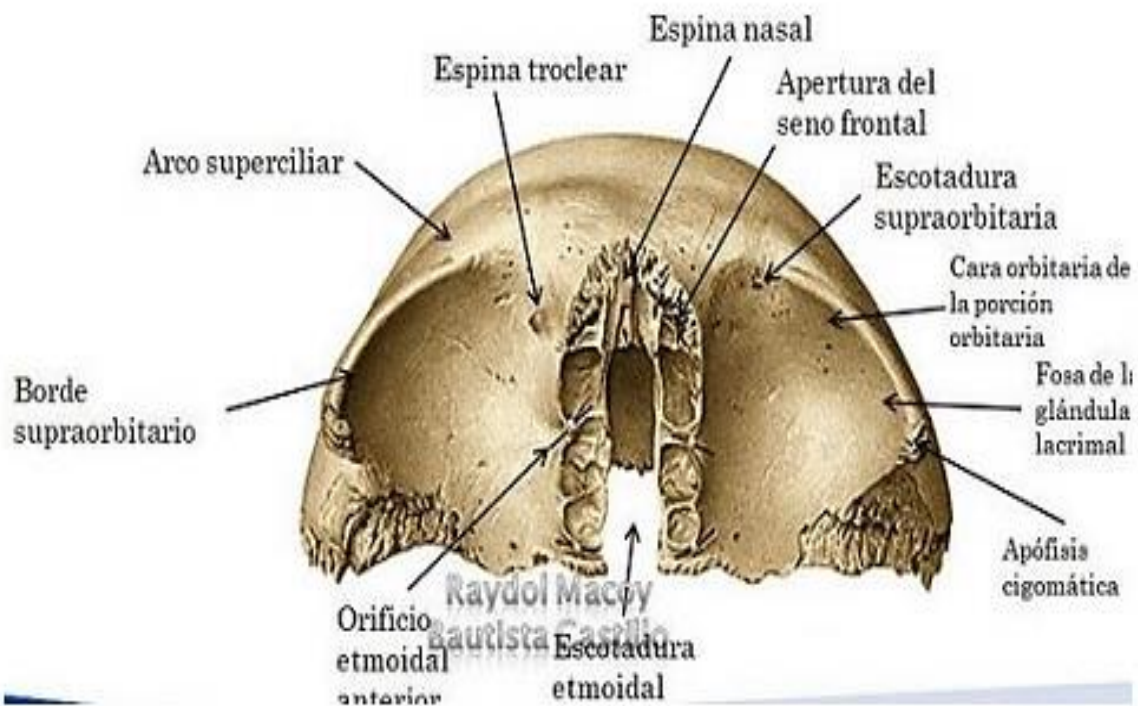
Su porción superior o escama del frontal, vertical o frontal, es regularmente convexa y forma parte de la bóveda craneal; la otra, inferior, horizontal u orbito nasal, se separa casi en ángulo recto del borde inferior de la escama del frontal y se proyecta horizontalmente en sentido posterior.

En conjunto, el frontal presenta dos caras: una, posterior y cóncava, es la cara interna (endocraneal o cerebral); la otra, anterior, angulosa y proyectada hacia delante, es la cara externa (exocraneal o cutánea). Las dos caras, interna y externa, están separadas por un borde circunferencial.

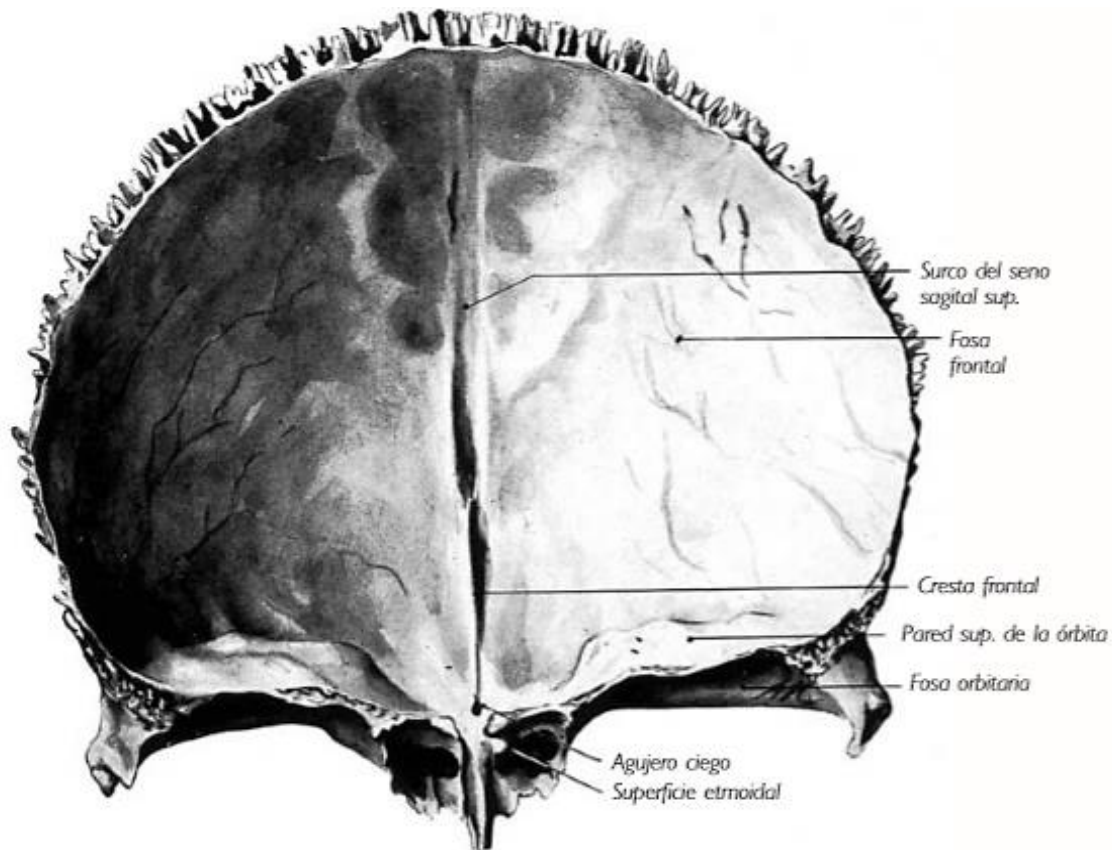
## 1. Cara externa (exocraneal)



## 2. Hueso frontal (visión inferior)



### 3. Cara interna (endocraneal)



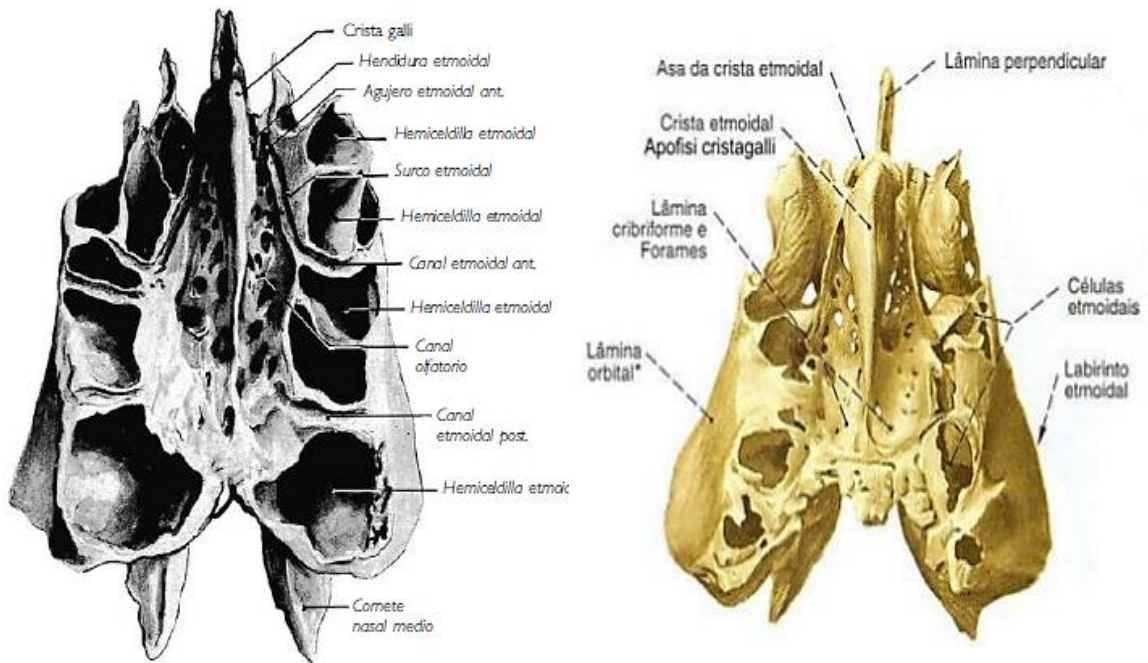
#### A) HUESO ETMOIDES

El hueso etmoides está situado inferiormente a la porción orbito nasal del hueso frontal, en la porción anterior y media de la base del cráneo. Completa la escotadura etmoidal del hueso frontal y se une a ésta por medio de las superficies anfractuosas que bordean lateralmente dicha escotadura.

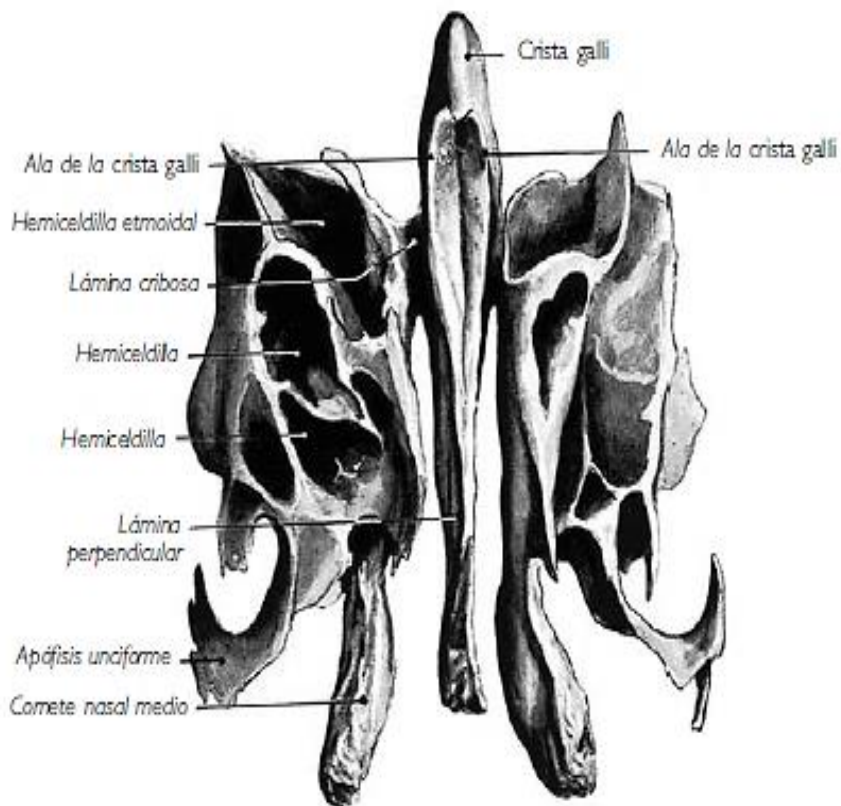
El hueso etmoides está constituido por cuatro partes:

- a. Una lámina ósea sagital, es decir, vertical, anteroposterior y media
- b. Una lámina horizontal, que cruza la anterior cerca de su extremo superior
- c. Dos laberintos etmoidales suspendidos de los extremos laterales de la lámina horizontal.

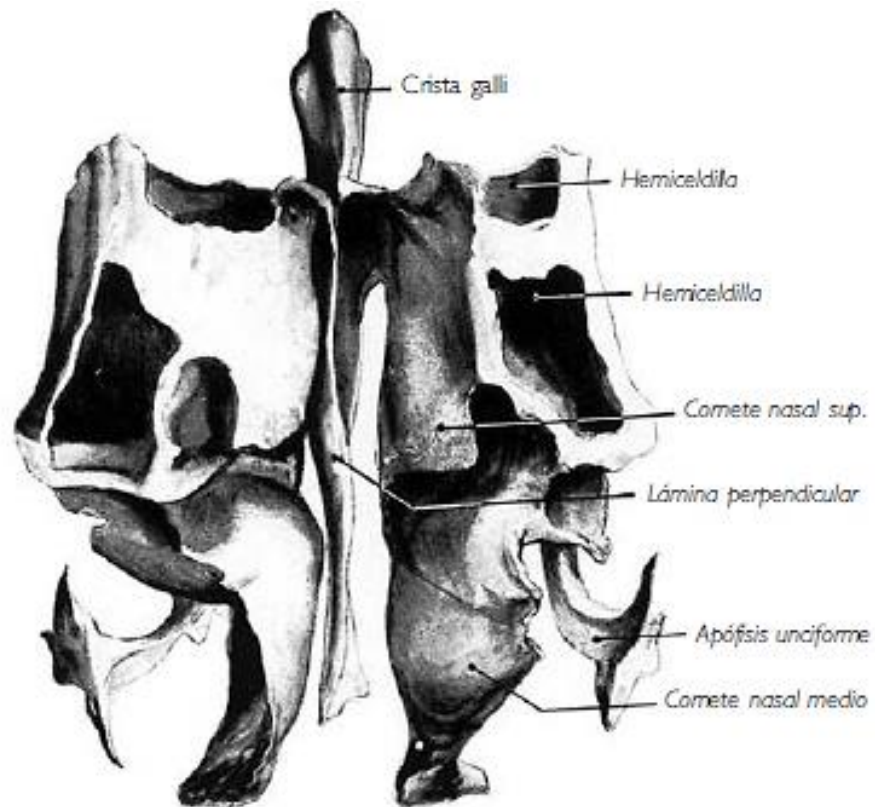
1. Visión superior



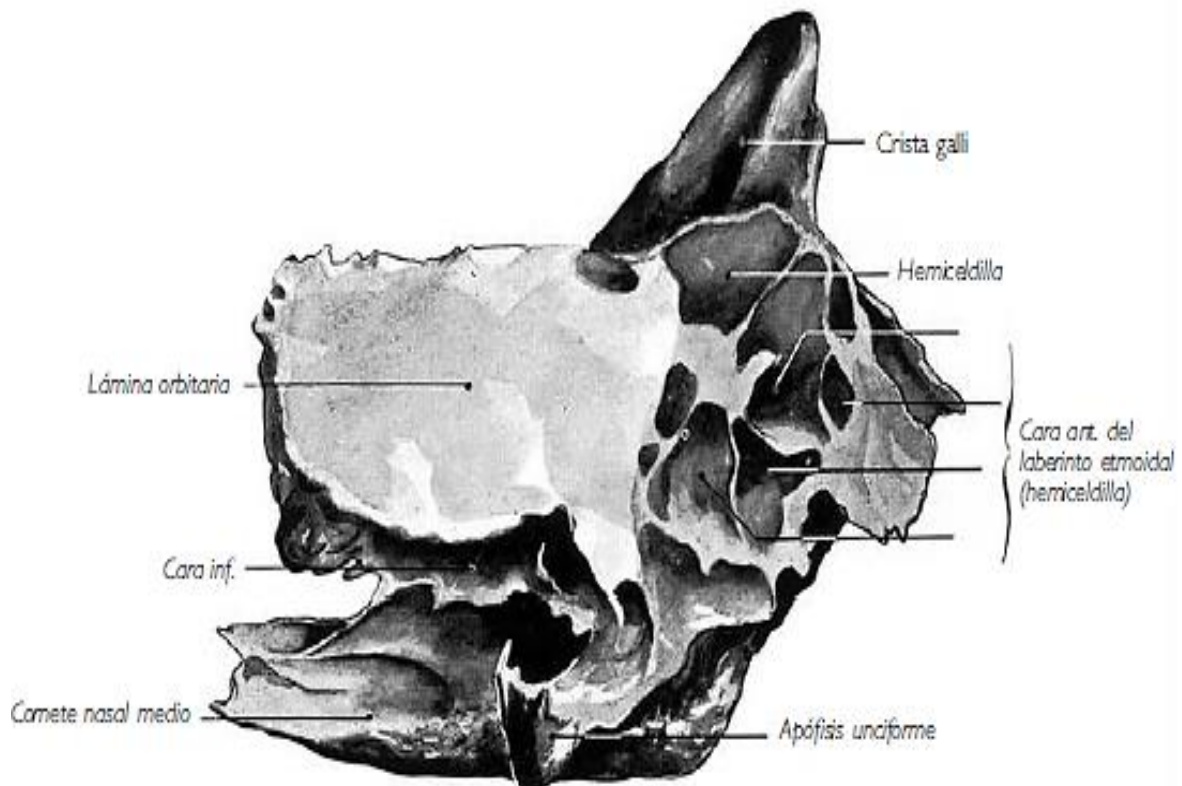
2. Visión Frontal



### 3. Visión posterior



### 4. Visión lateral

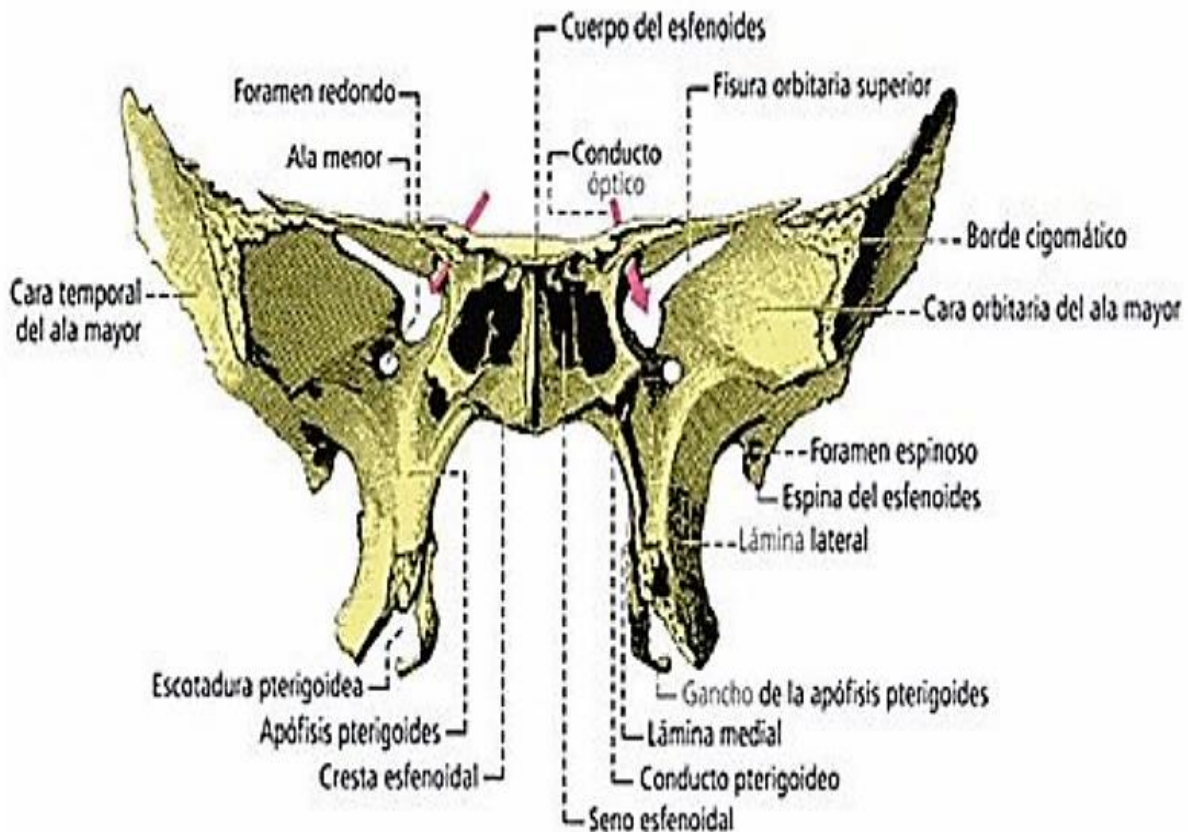


### C) HUESO ESFENOIDES

El hueso esfenoides está situado en la porción media de la base del cráneo, entre el hueso etmoides y el hueso frontal, que son anteriores, y el hueso occipital y los huesos temporales, que son posteriores.

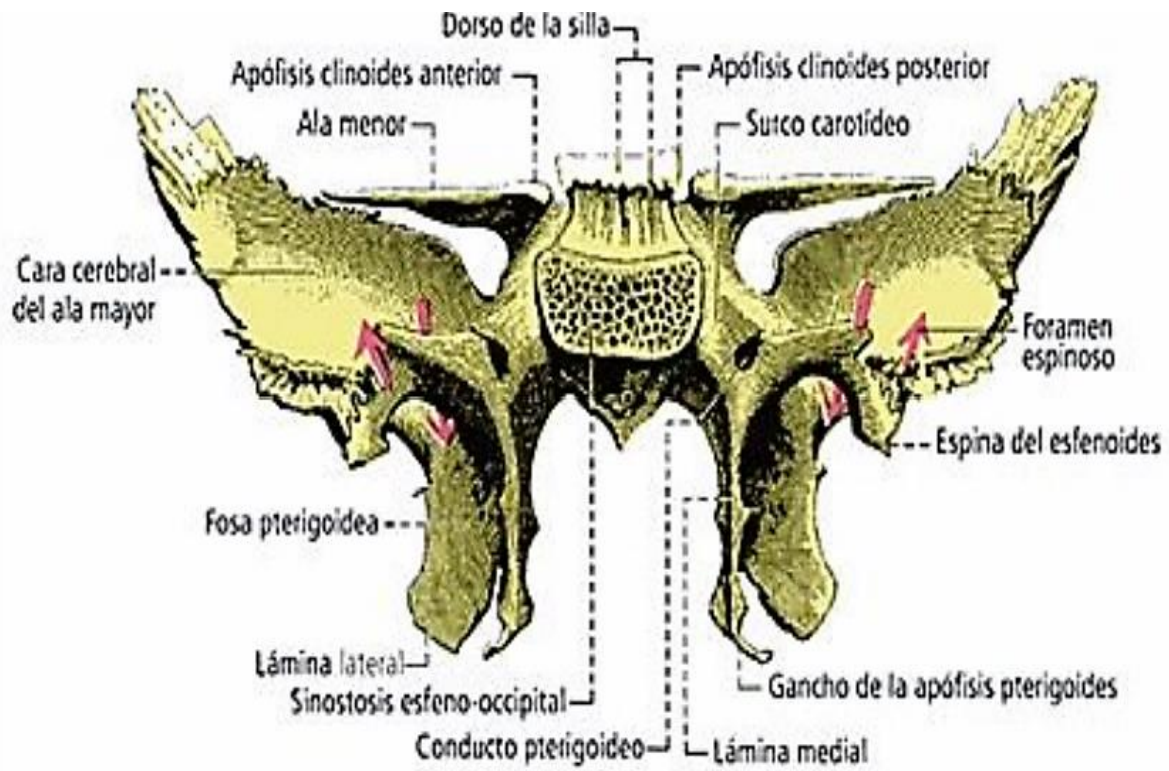
Se distinguen en él una parte media, el cuerpo, de donde parten a cada lado tres apófisis. De estas tres apófisis, dos son laterales, el ala menor y el ala mayor del hueso esfenoides, y una tercera es vertical y descendente, y se denomina apófisis pterigoides.

#### 1. Vista Inferior

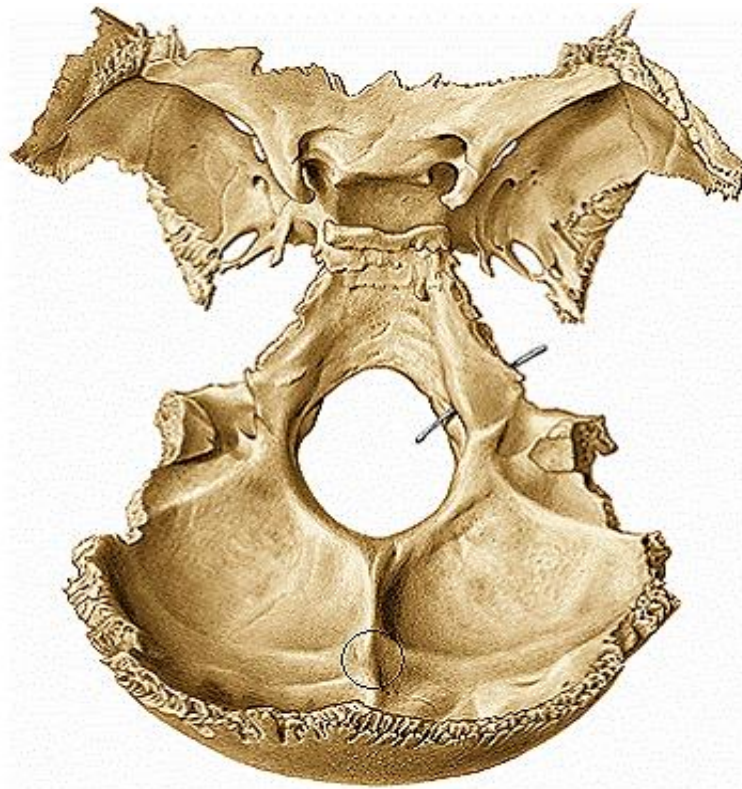




## 2. Vista anterior



## 3. Vista posterior

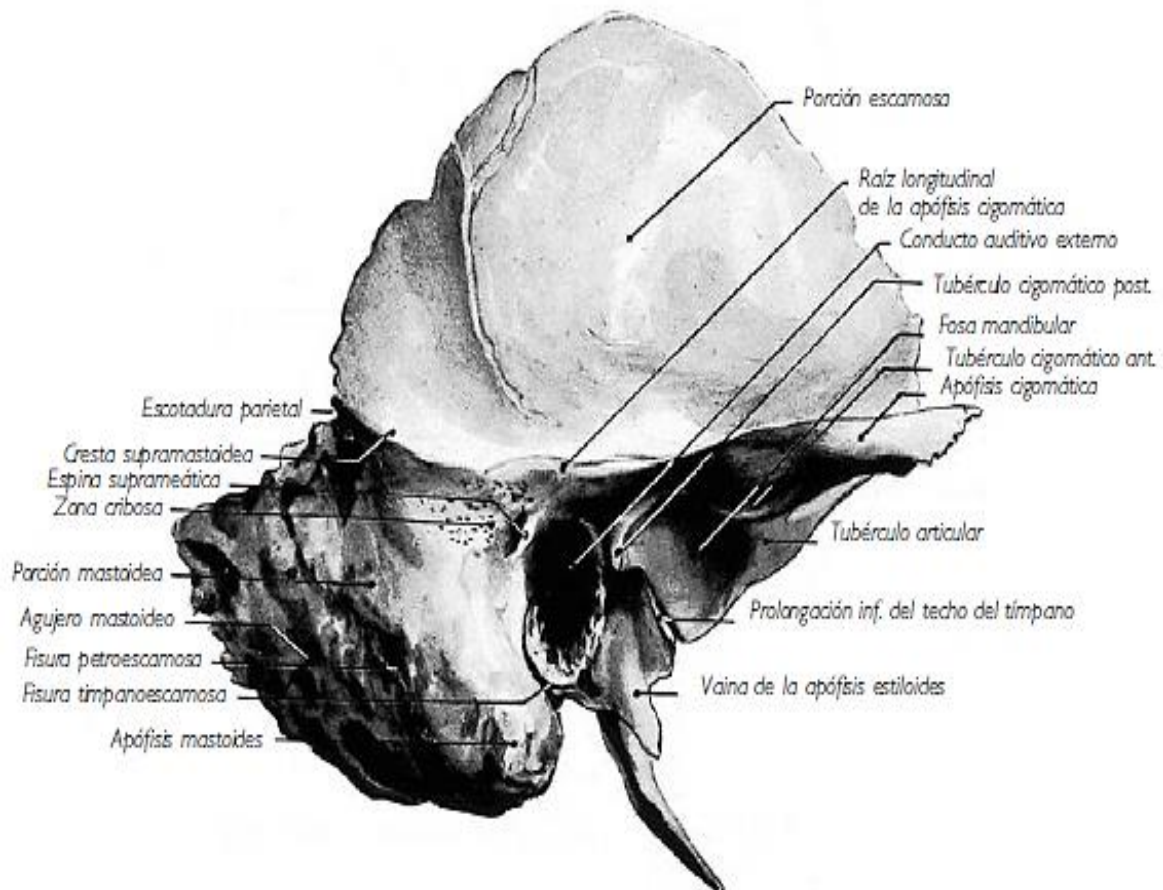


## D) HUESO TEMPORAL

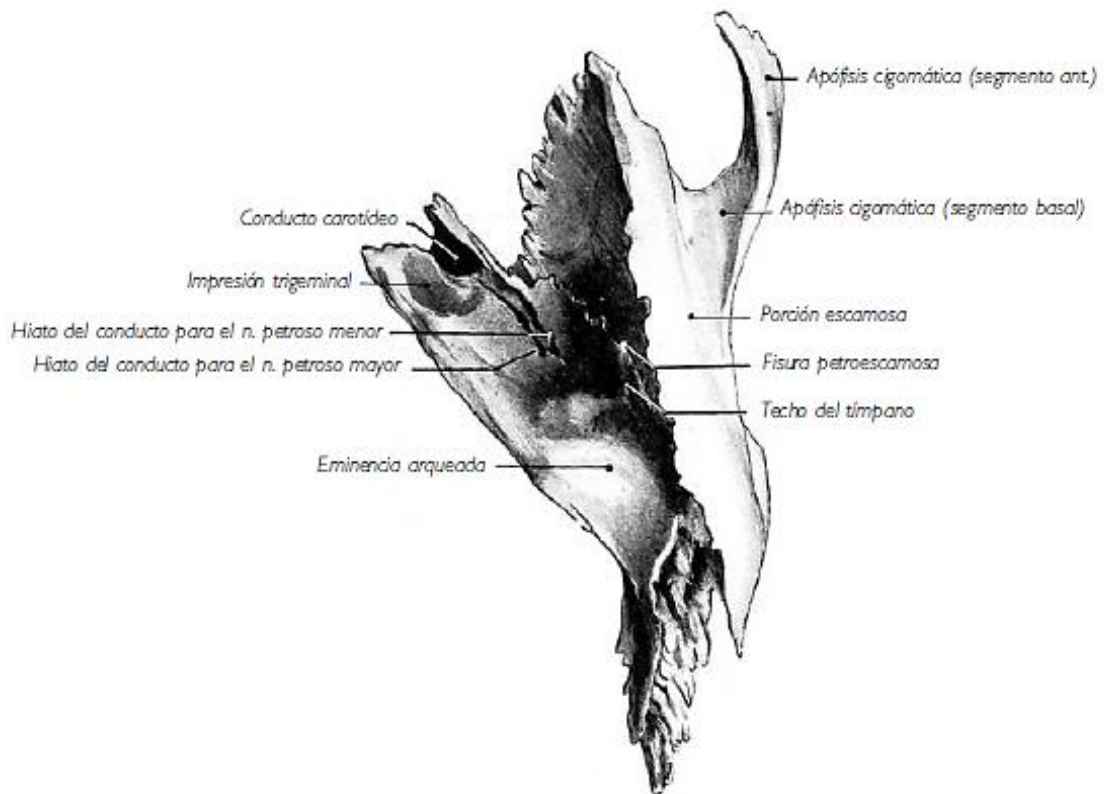
El hueso temporal está situado en la porción inferior y lateral del cráneo; es posterior al hueso esfenoides, anterior y lateral al hueso occipital e inferior al hueso parietal.

El hueso temporal se constituye, antes del nacimiento, a partir de tres porciones distintas: la porción escamosa, el hueso timpánico y la porción petrosa. A lo largo del desarrollo, estas porciones óseas crecen y, al mismo tiempo, se sueldan unas con otras; no obstante, quedan restos de estas soldaduras en forma de fisuras, que permiten comprender la situación y las relaciones que existen en el adulto mediante una exposición somera del desarrollo del hueso temporal.

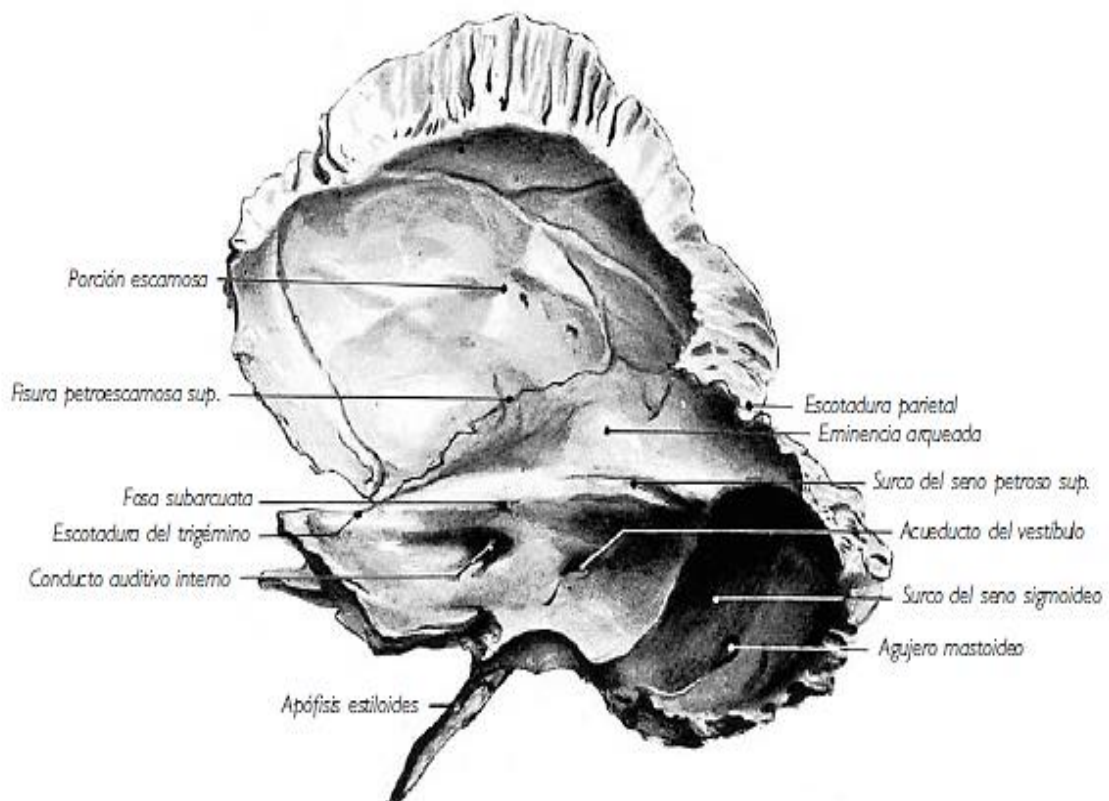
### 1. Hueso Temporal (Cara exocraneal)



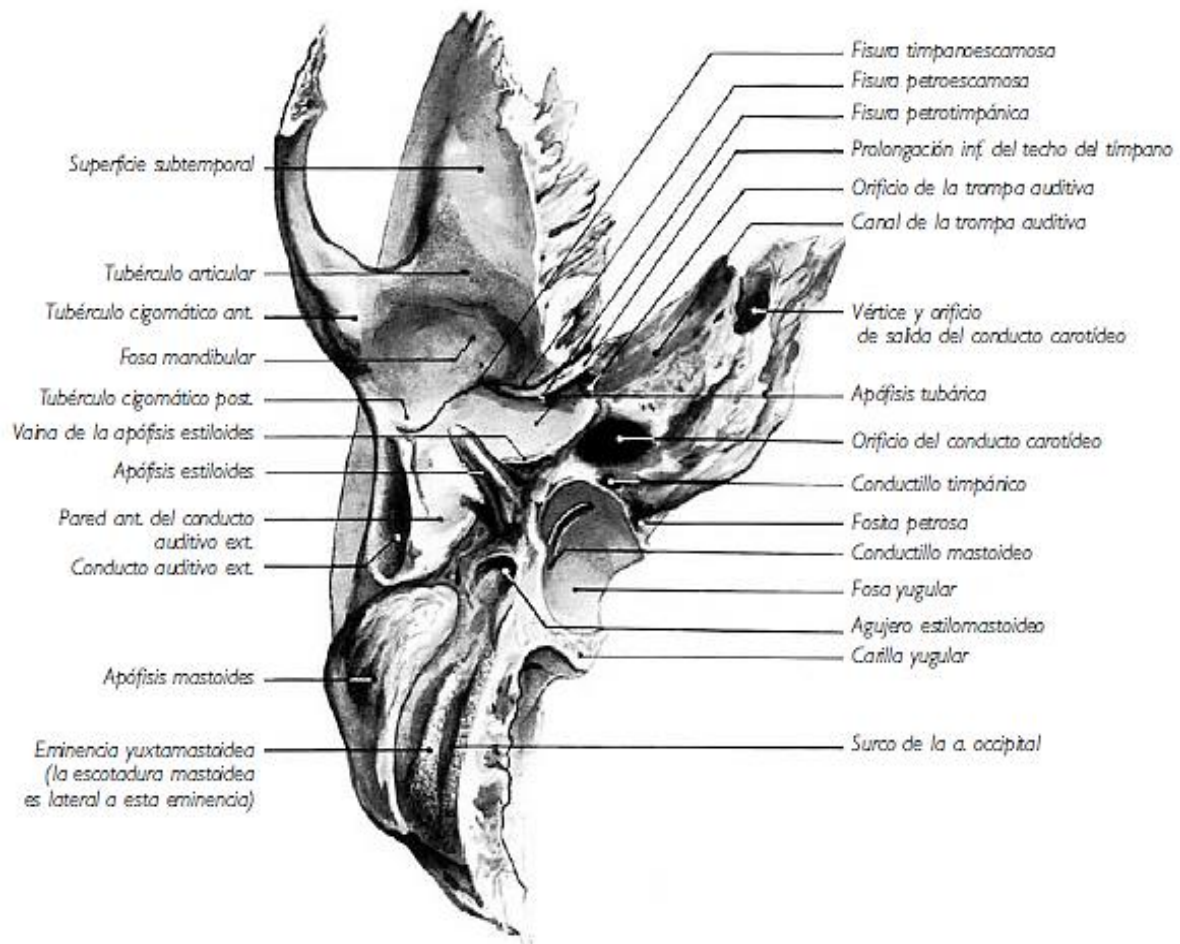
## 2. Hueso Temporal (Visión Superior)



## 3. Cara Endocraneal



#### 4. Cara Endocraneal

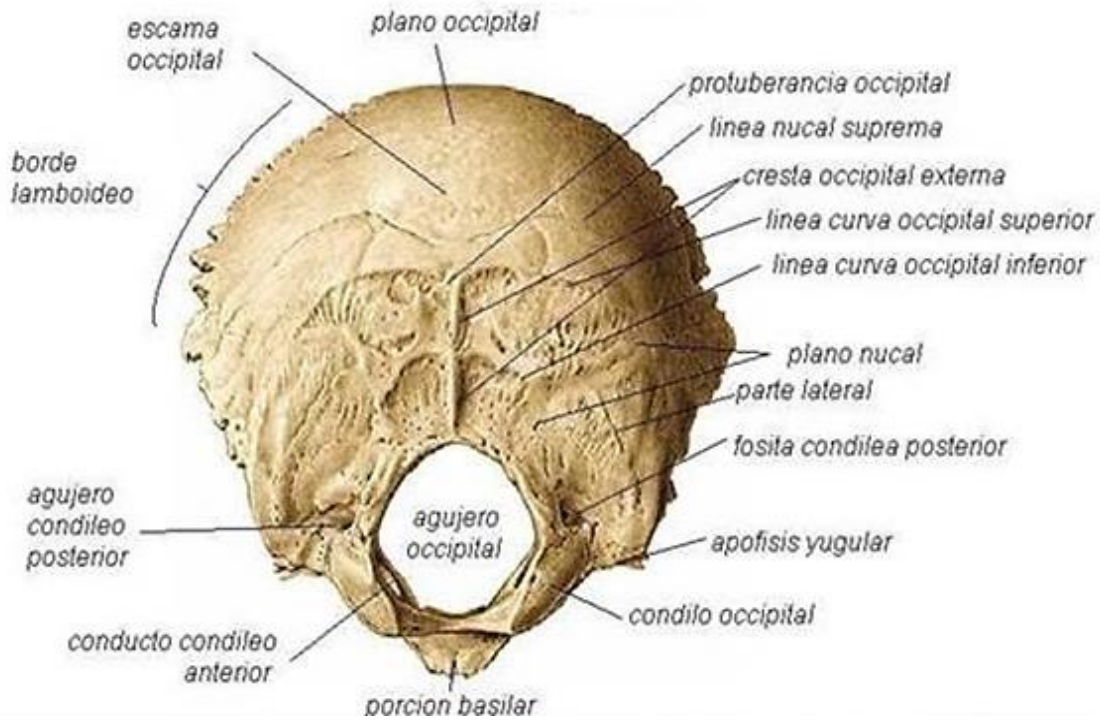


#### E) **HUESO OCCIPITAL**

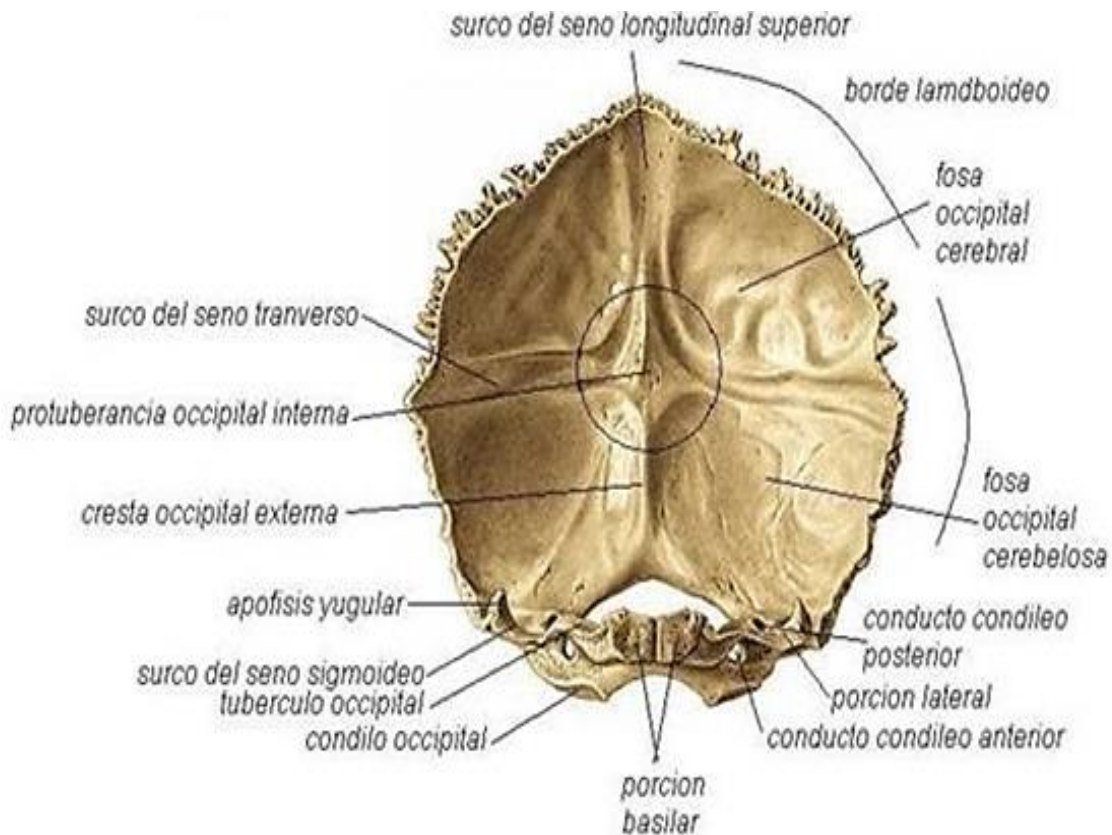
El hueso occipital está situado en la porción media, posterior e inferior del cráneo.

Tiene la forma de un segmento de esfera cuyos bordes delimitan un rombo. El hueso occipital está atravesado en su porción inferior por un ancho orificio oval de grueso extremo posterior, el agujero magno. Este orificio mide unos 35 mm de anterior a posterior, y 30 mm en sentido transversal. Comunica la cavidad craneal con el conducto vertebral y da paso a la médula oblonga, a las arterias vertebrales y, a cada lado, al nervio accesorio.

## 1. Vista Posterior



## 2. Vista Anterior

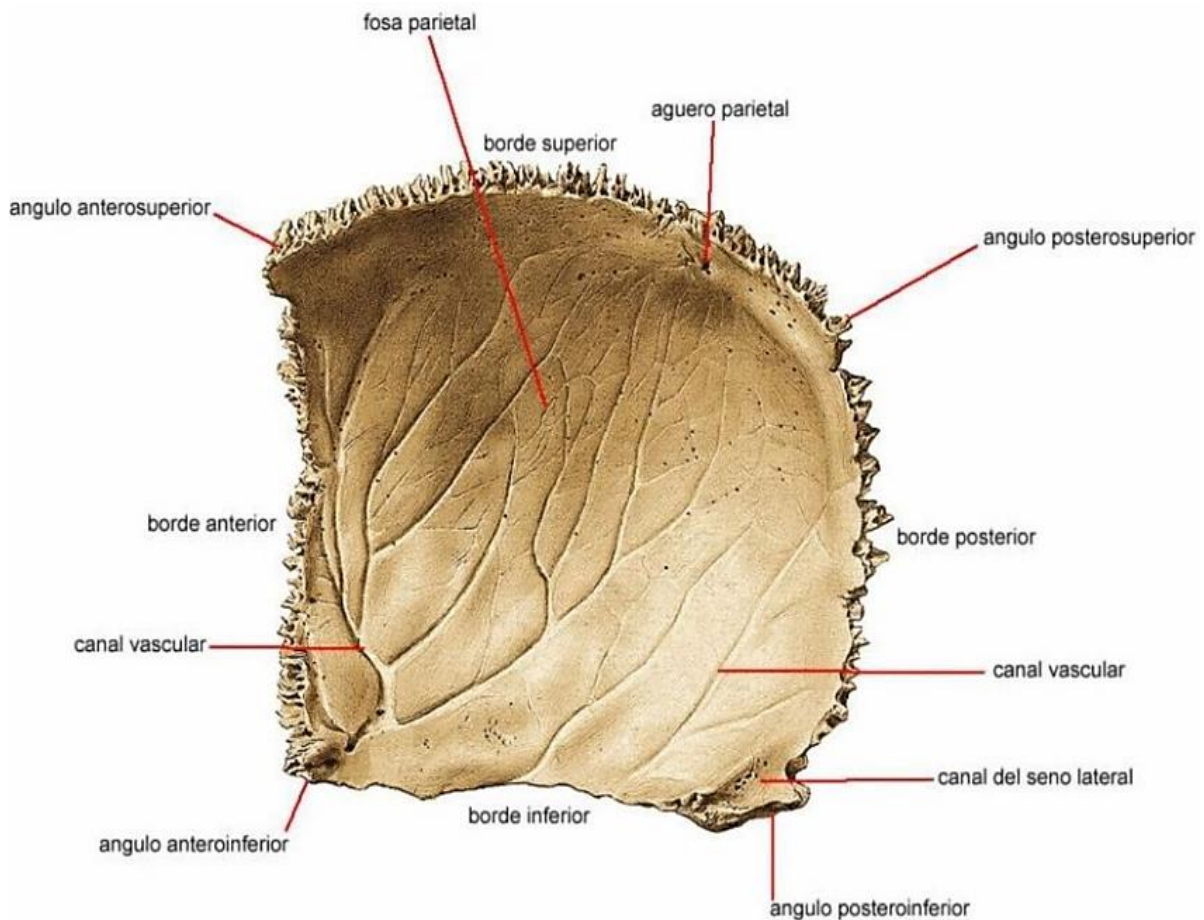


## F) HUESO PARIETAL

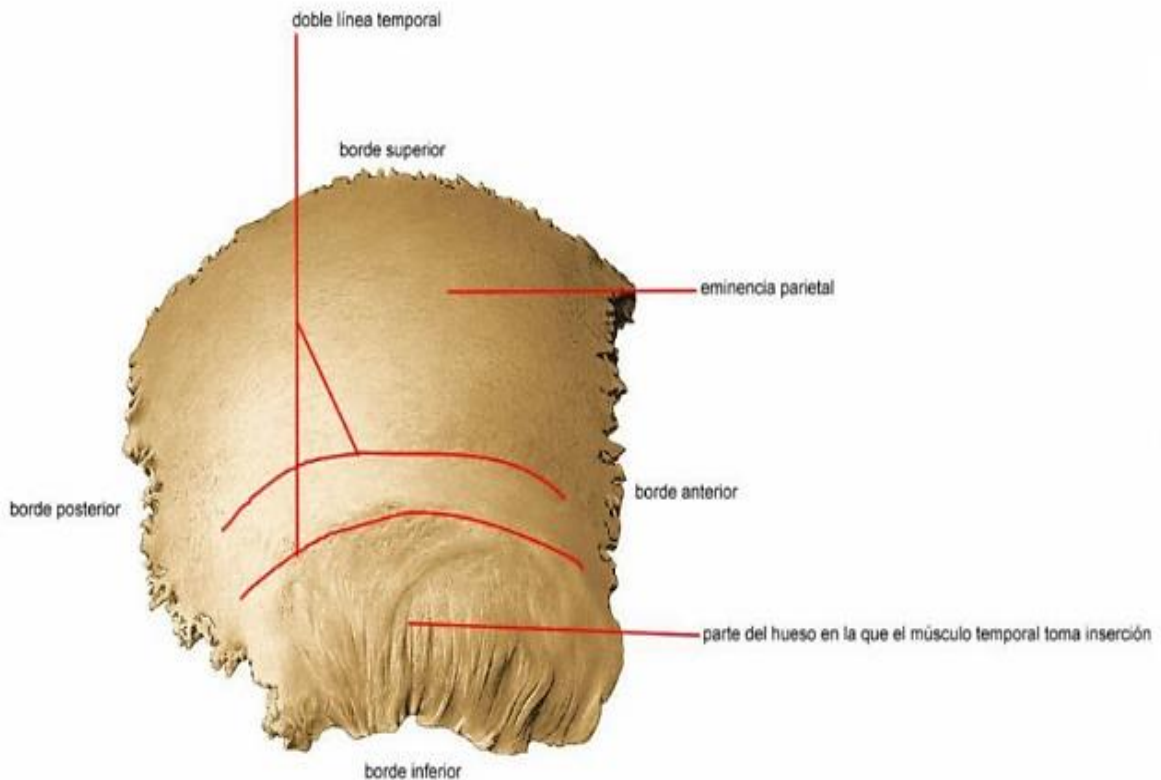
Es un hueso plano y cuadrangular, situado a cada lado de la línea media, en la porción supero lateral del cráneo, posteriormente al hueso frontal, anteriormente al occipital y superiormente al temporal.

Pueden estudiarse en él dos caras, una exocraneal o externa y otra endocraneal o interna, cuatro bordes y cuatro ángulos

### 1. Visión interna



## 2. Visión externa

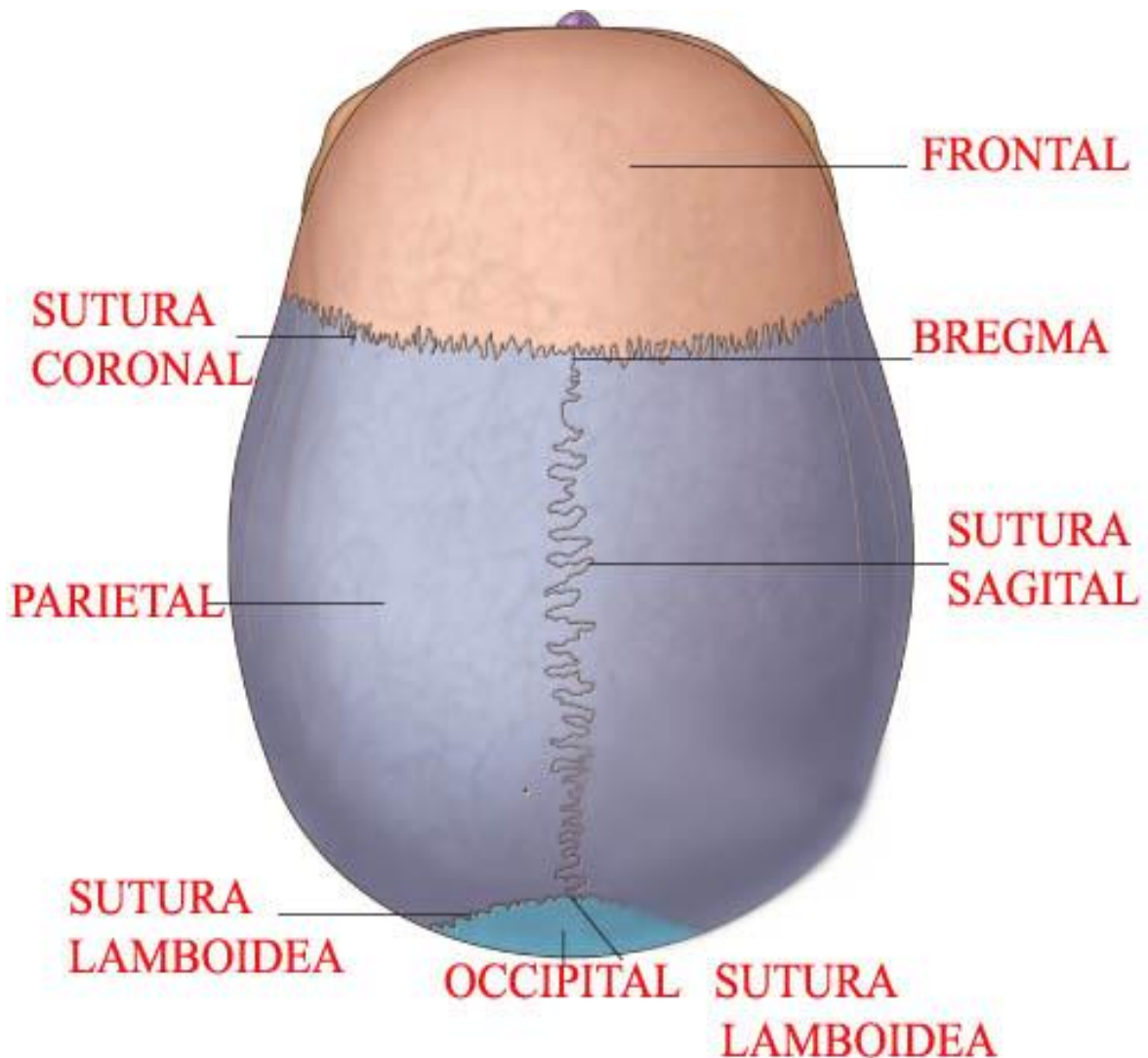


### G) HUESOS SUTÚRALES

Entre los diversos huesos del cráneo, se encuentran con cierta frecuencia pequeñas piezas óseas, denominadas huesos sutúrales o huesos wormianos, descritos por un médico danés llamado Olaus Wormius. Los huesos sutúrales se dividen en dos categorías: huesos sutúrales verdaderos y huesos sutúrales falsos.

Los huesos sutúrales verdaderos se desarrollan a partir de centros de osificación anormales.  
 o Los huesos sutúrales falsos están constituidos por algunos centros de osificación normales de algún hueso del cráneo, que son restos independientes de otros centros de osificación de la misma pieza ósea. El hueso interparietal es un ejemplo de hueso sutural falso. Los huesos sutúrales verdaderos se dividen en dos grupos principales: huesos sutúrales de origen membranoso y huesos sutúrales de origen cartilaginoso (Augier); también pueden distinguirse, en cada uno de estos grupos, los huesos sutúrales fontanelares, los huesos

suturales propiamente dichos y los huesos suturales insulares incrustados en un hueso del cráneo. Los huesos suturales fontanelares pueden hallarse en todas las fontanelas y adoptan el nombre de la fontanela donde se desarrollan. Se observan frecuentemente un hueso sutural astérico y un hueso sutural ptérico; los huesos suturales lambdático, bregmático, glabellar, etc., son mucho más raros. Los huesos suturales propiamente dichos pueden desarrollarse en todas las suturas. Los más comunes se observan a lo largo de la sutura lambdoidea. Los huesos suturales insulares incrustados en una pieza ósea craneana se hallan a distancia de las suturas y de las fontanelas.



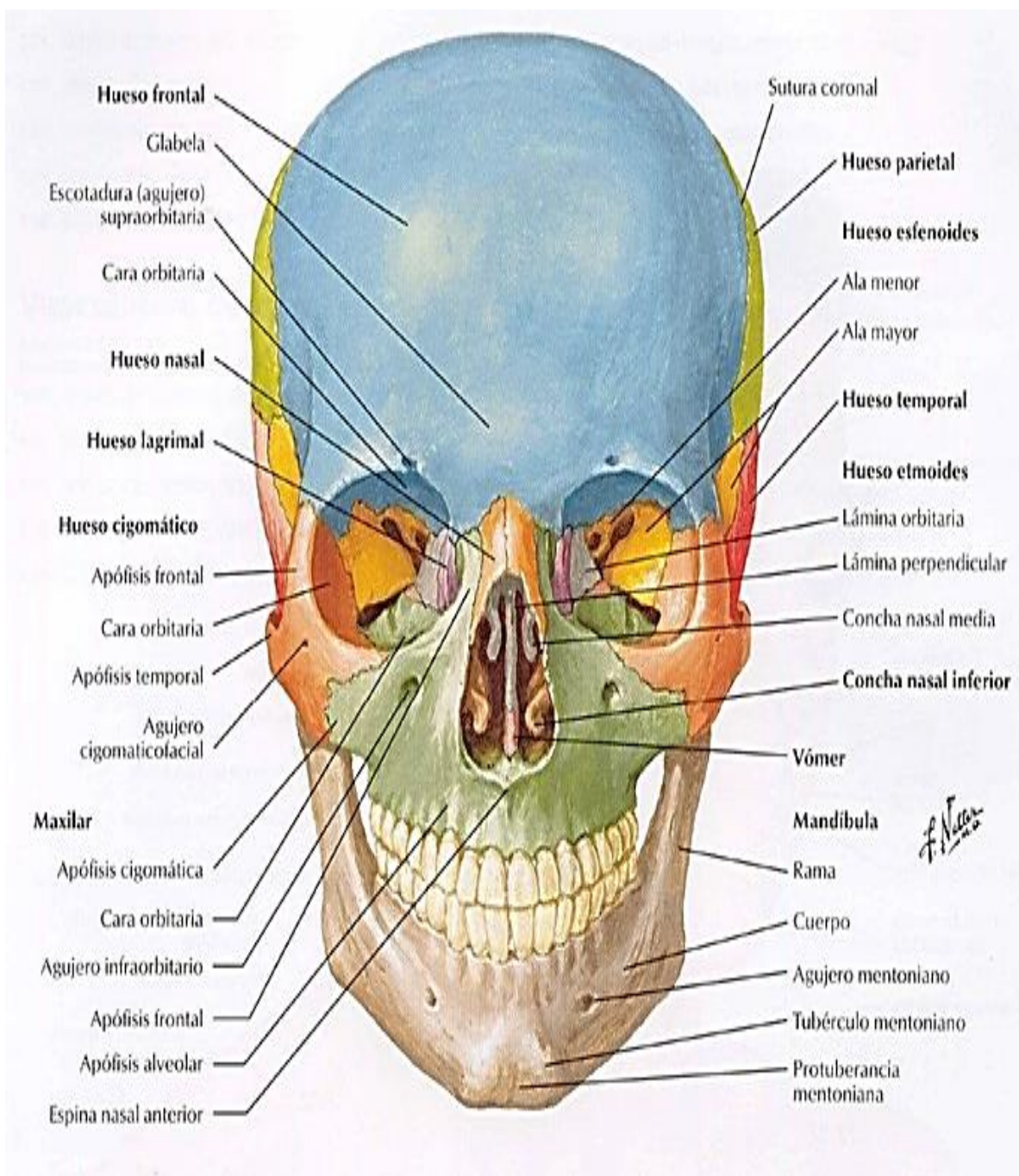


### **CONFIGURACIÓN EXTERNA DEL CRÁNEO**

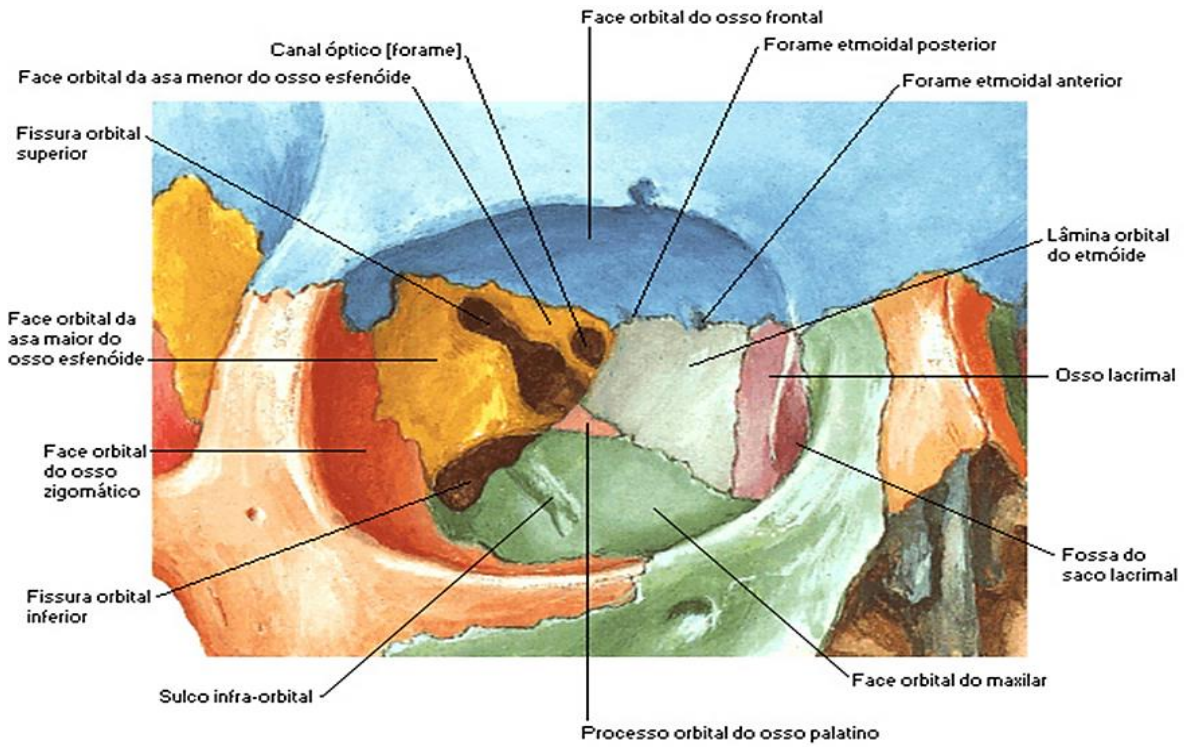
El conjunto de los diferentes huesos de la cara constituye un macizo óseo de forma prismática triangular. Presenta tres caras, dos anterolaterales y una posterior, y dos bases, una superior y otra inferior. La cara superior adhiere el esqueleto de la cara a la parte anterior de la base del cráneo.

La cara inferior corresponde inferiormente a la excavación ancha y profunda, circunscrita por la mandíbula, cuyo fondo está constituido por el paladar óseo. La cara posterior, comprendida entre las dos ramas de la mandíbula, presenta los orificios posteriores de las cavidades nasales, denominados coanas. Las caras anterolaterales, en la región media y de superior a inferior: el saliente de la nariz, el orificio anterior de las cavidades nasales óseas, las arcadas alveolodentarias, la sínfisis mandibular y la protuberancia mentoniana; o a los lados, la órbita, el orificio infraorbitario, la fosa canina, y a continuación las partes laterales de las arcadas alveolodentarias y el agujero mentoniano. Más lateralmente se observa la cara lateral del hueso cigomático y la rama de la mandíbula. Un amplio espacio comprendido entre la escotadura mandibular y el arco cigomático da acceso a las regiones profundas.

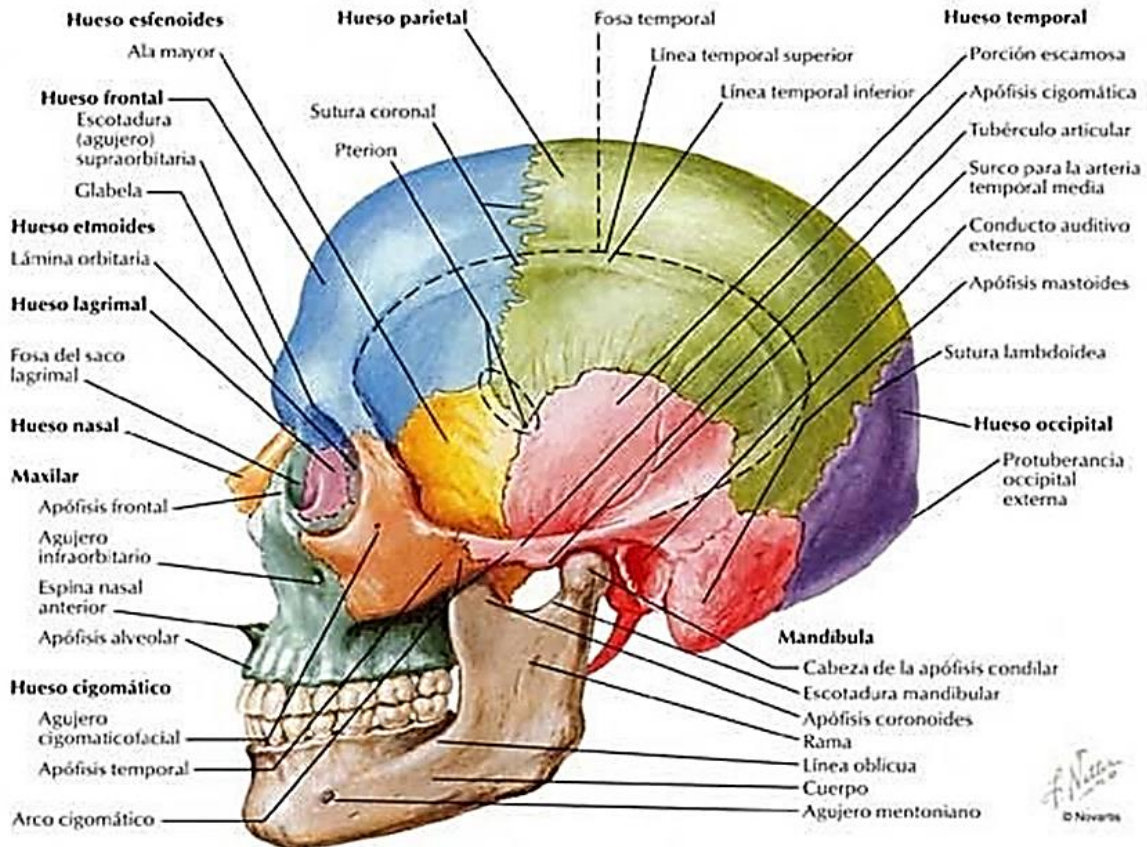
## 1. Vista Anterior del Cráneo



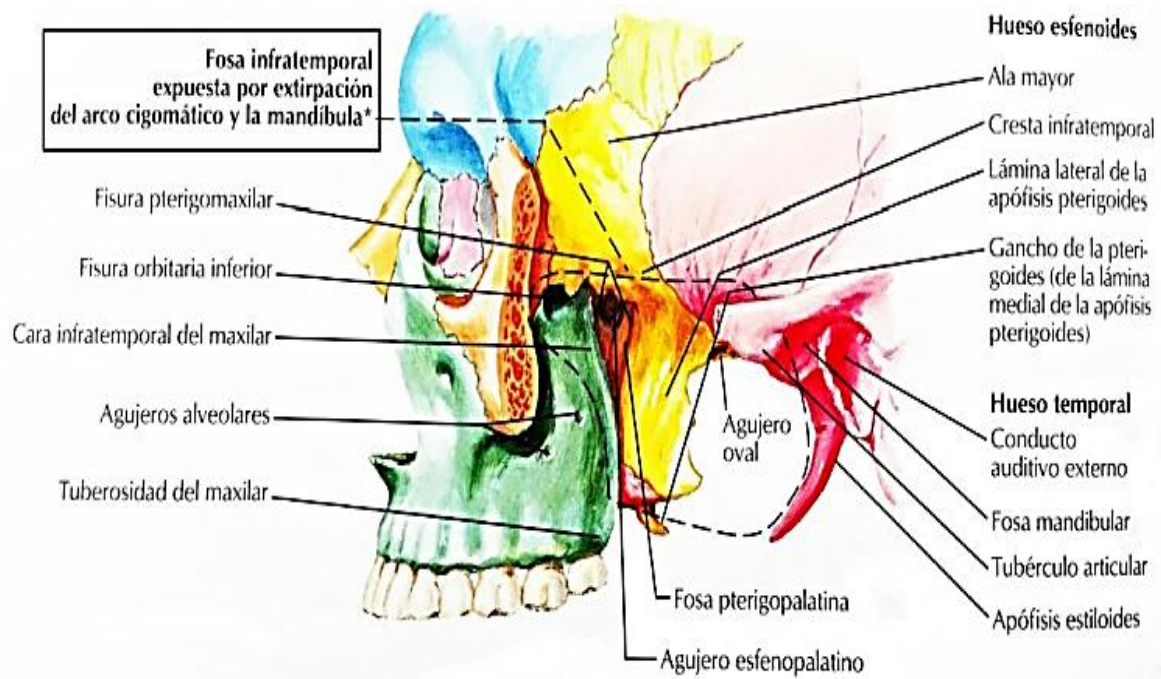
## 2. Huesos Orbitales



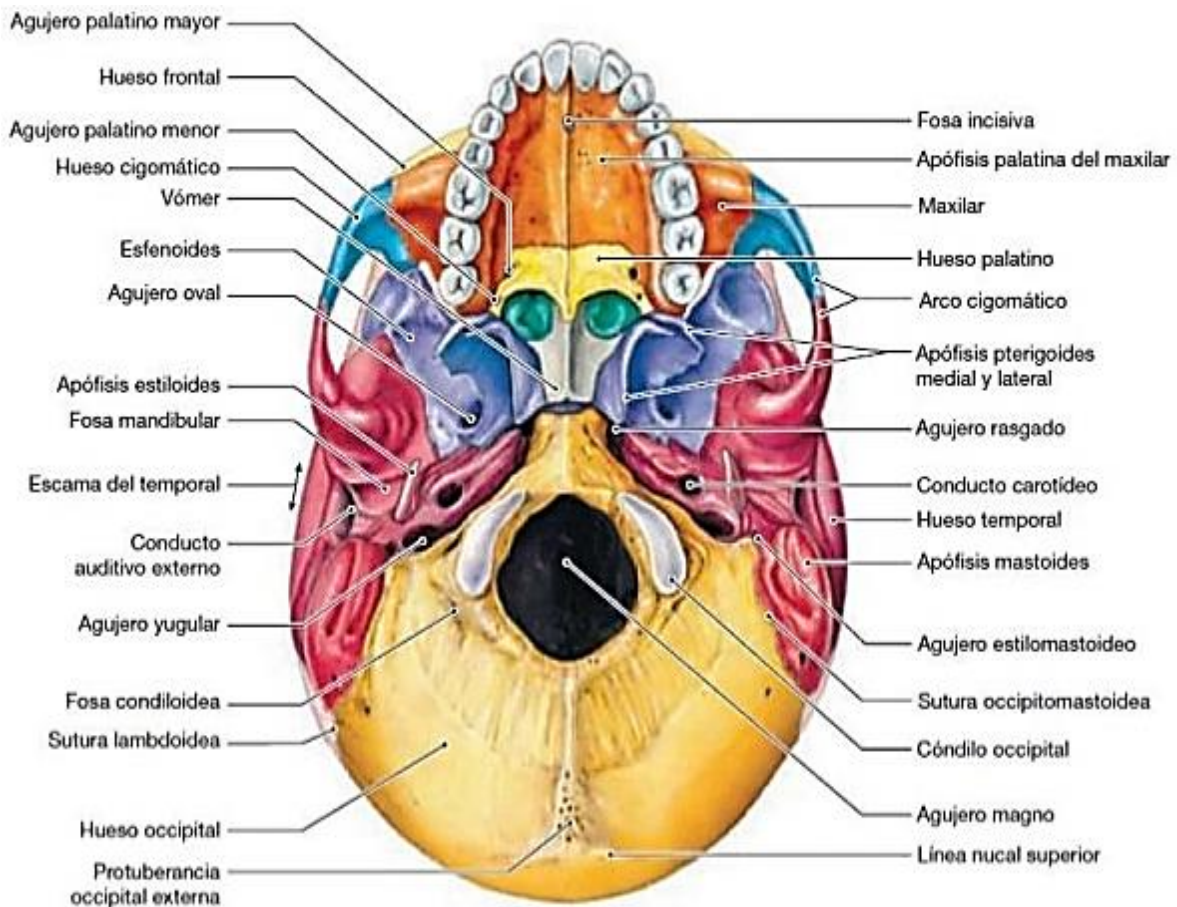
## 3. Vista Lateral del Cráneo



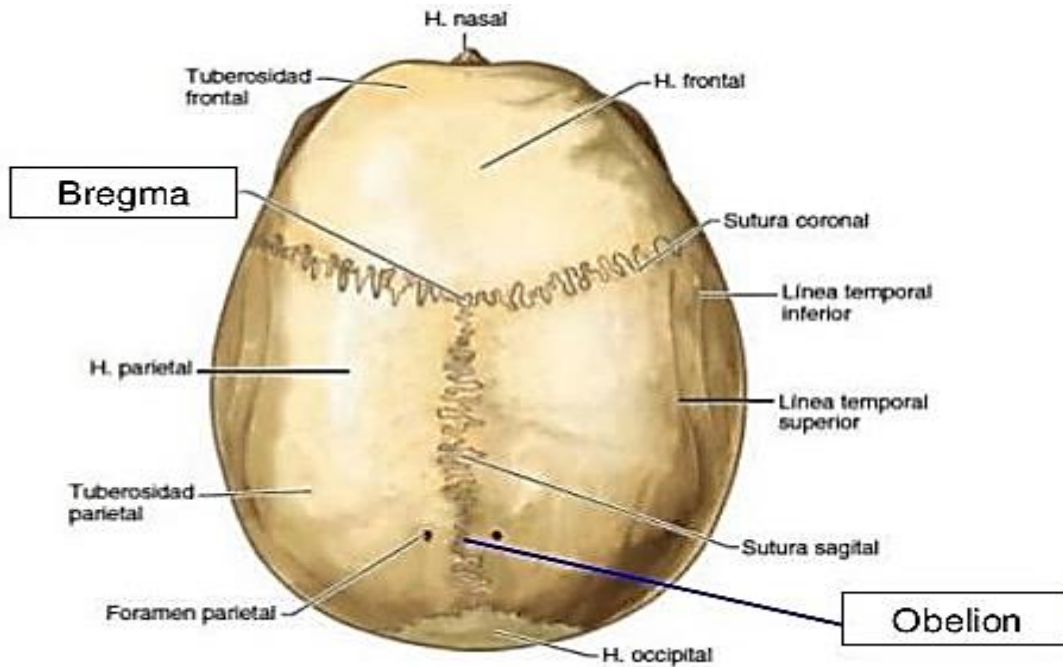
#### 4. Vista Lateral del Cráneo



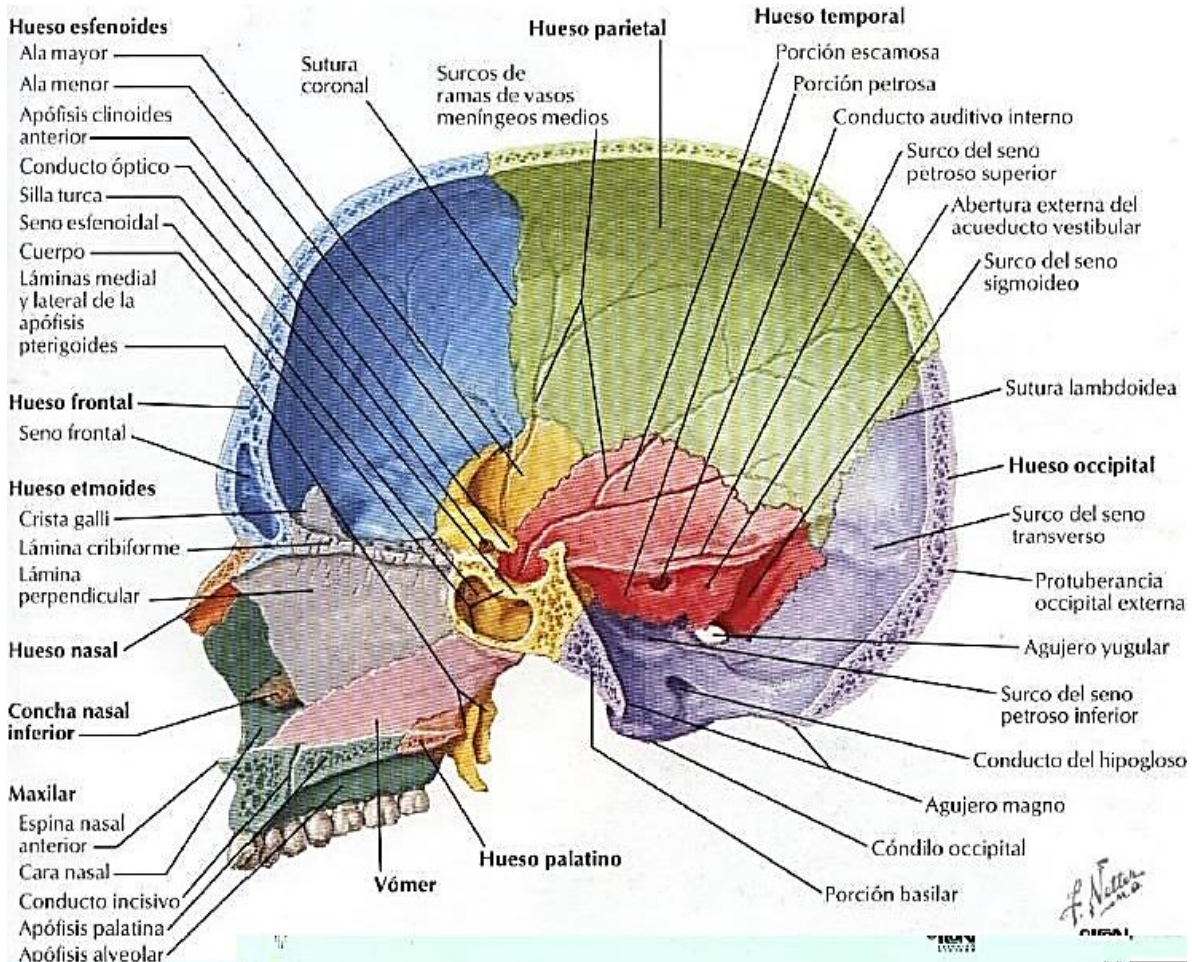
#### 5. Vista Inferior



**6. Vision Superior**



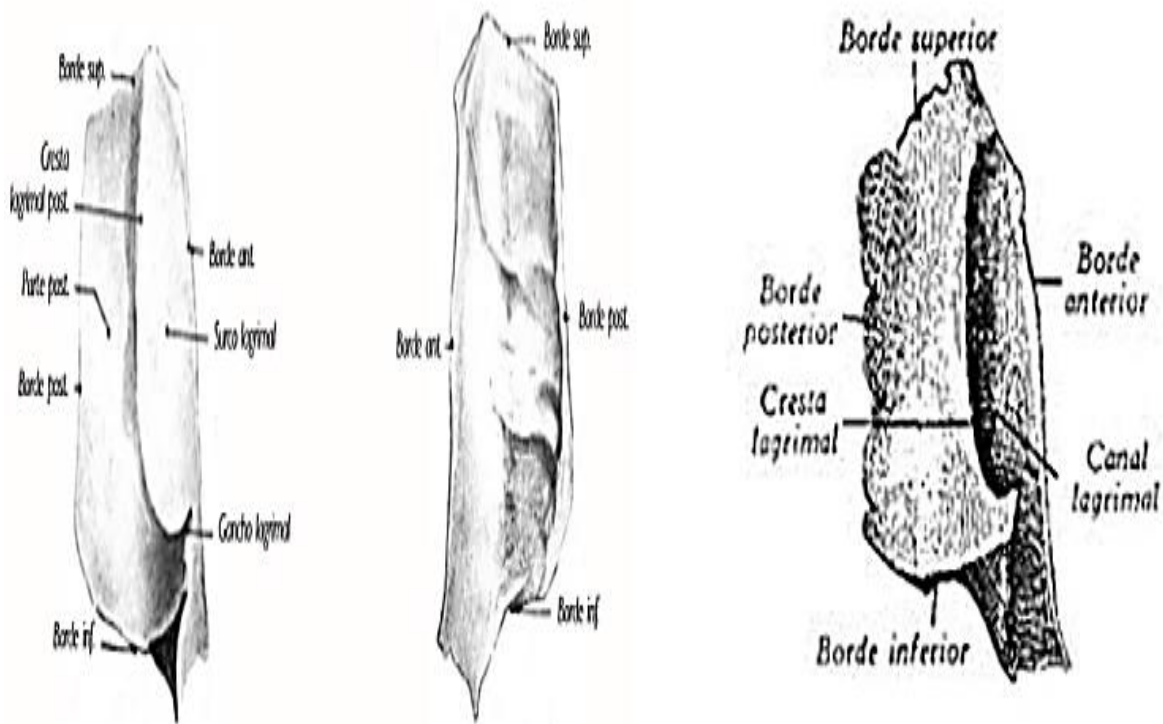
**7. Vista del Caneo Medico**



## **8. Lagrimal del Cráneo**

Pequeño hueso plano, par, que se encuentra formando la pared interna de la órbita ocular, cerca de los huesos nasales, en la parte posterior y lateral de estos, hueso fino y frágil.

También se conoce como Unguis.

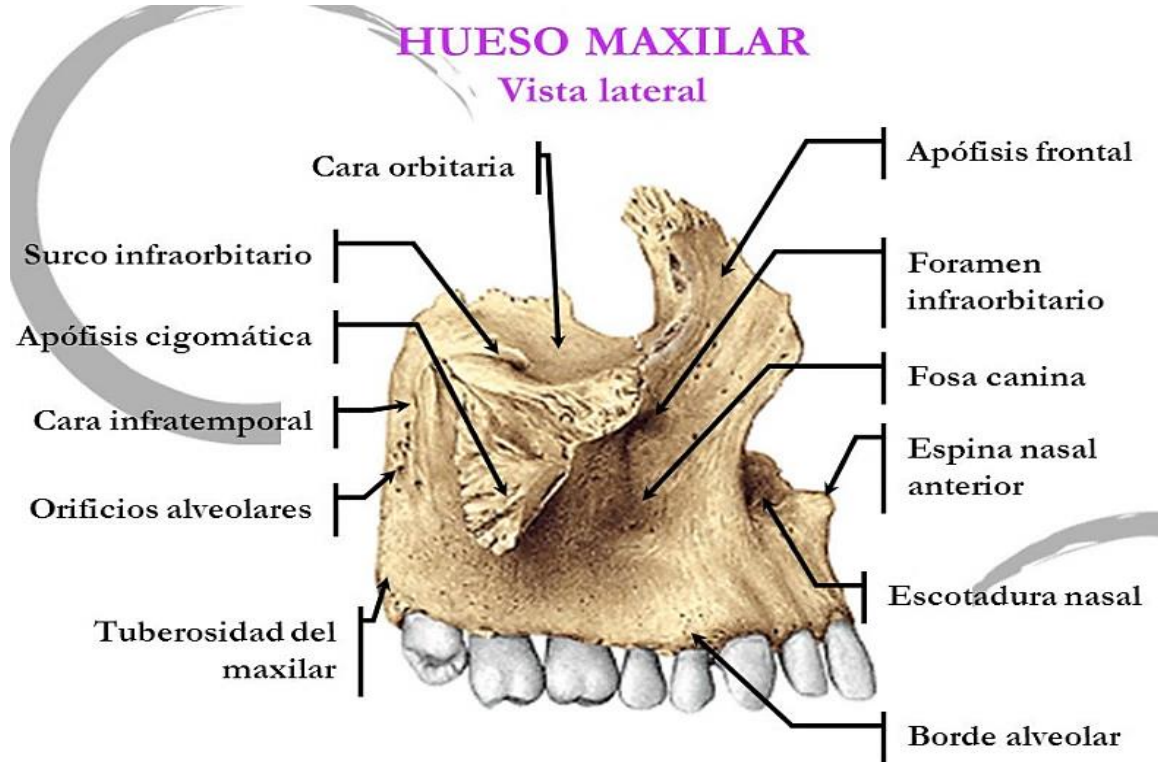


## **HUESOS DE LA CARA I**

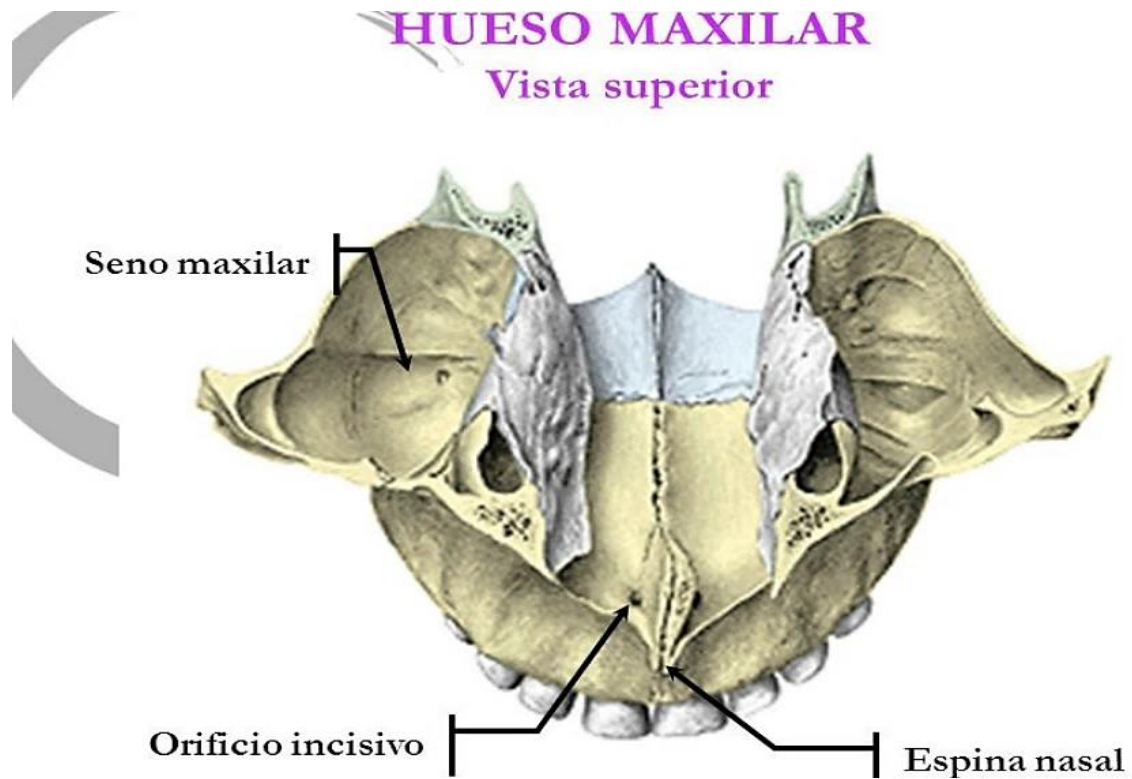
Los huesos de la cara son un conjunto de complejas estructuras entrelazadas que en conjunto forman un complejo anatómico conocido como el macizo fronto-facial. Se trata de huesos de todas las formas y tamaños posibles que, a pesar de estar muy unidos entre sí, cuentan con características particulares. Estas características tan específicas les permiten llevar a cabo funciones muy especializadas, de manera que, aunque todos están confinados en un espacio muy reducido y forman parte de un todo, cada cual cuenta con una función especial. En total la cara cuenta con 6 huesos pares (12 en total) y 2 huesos impares.

## H) HUESO MAXILAR SUPERIOR

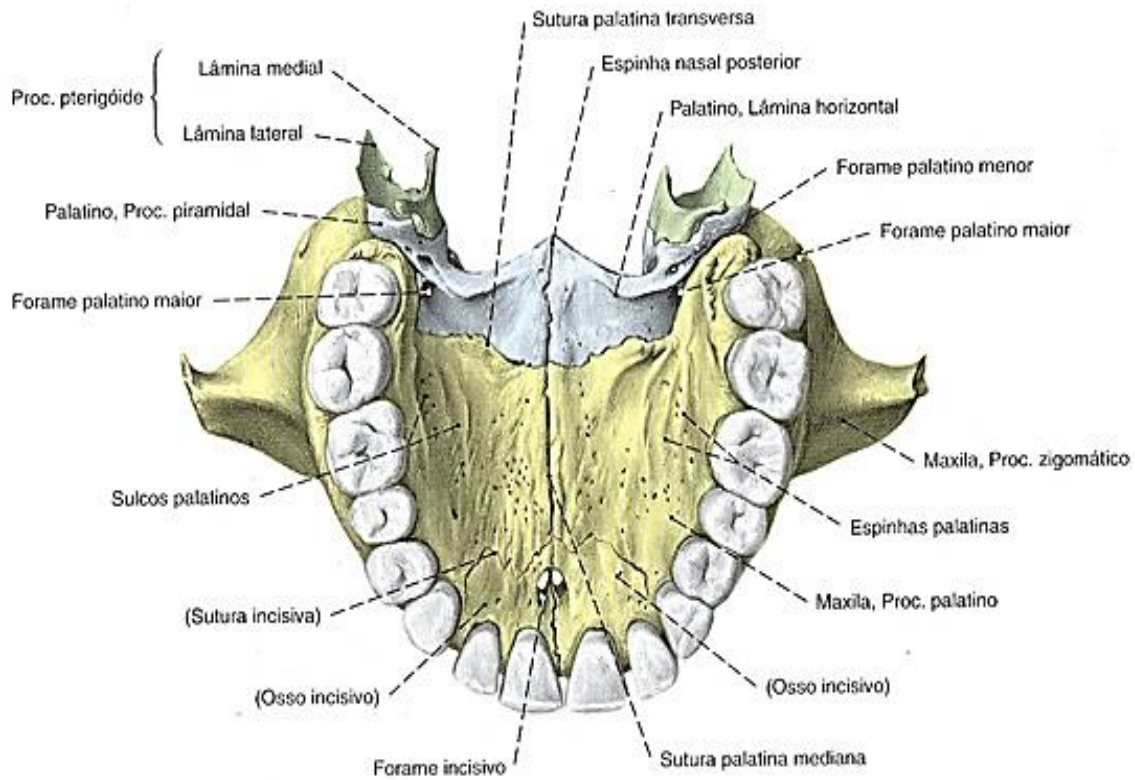
### 1. Maxilar Superior



### 2. Vista Superior

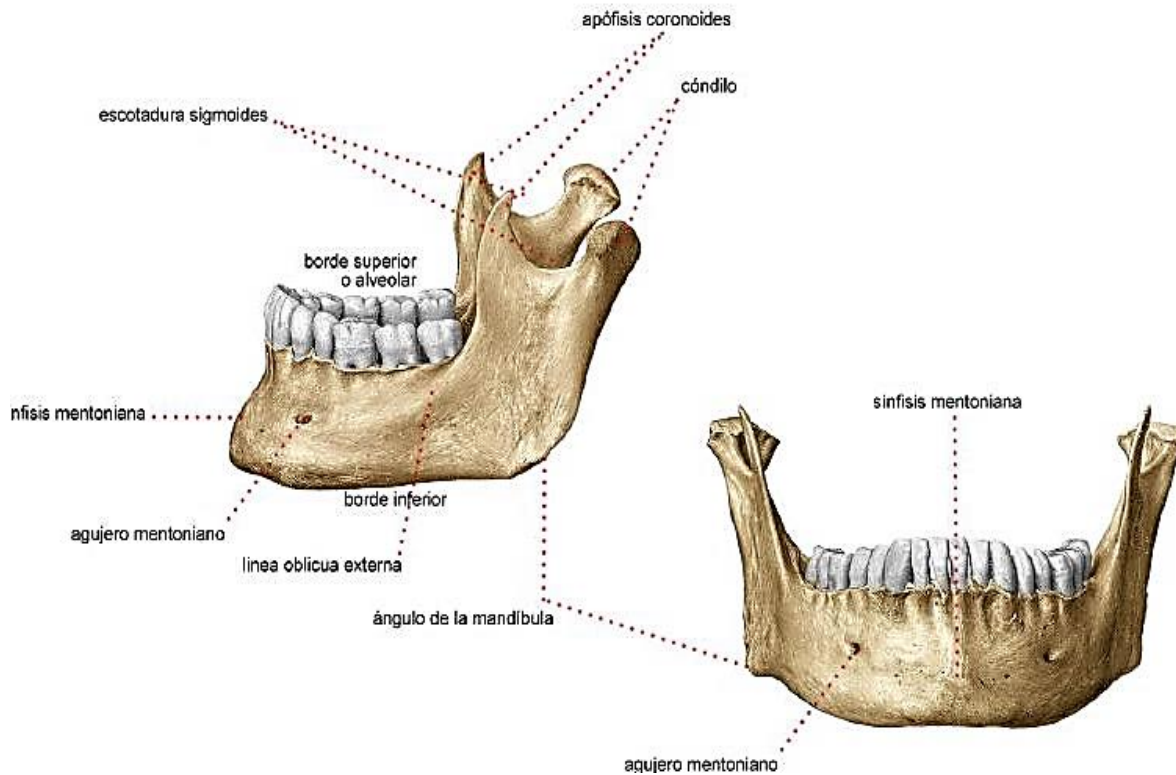


### 3. Vista Superior Anterior



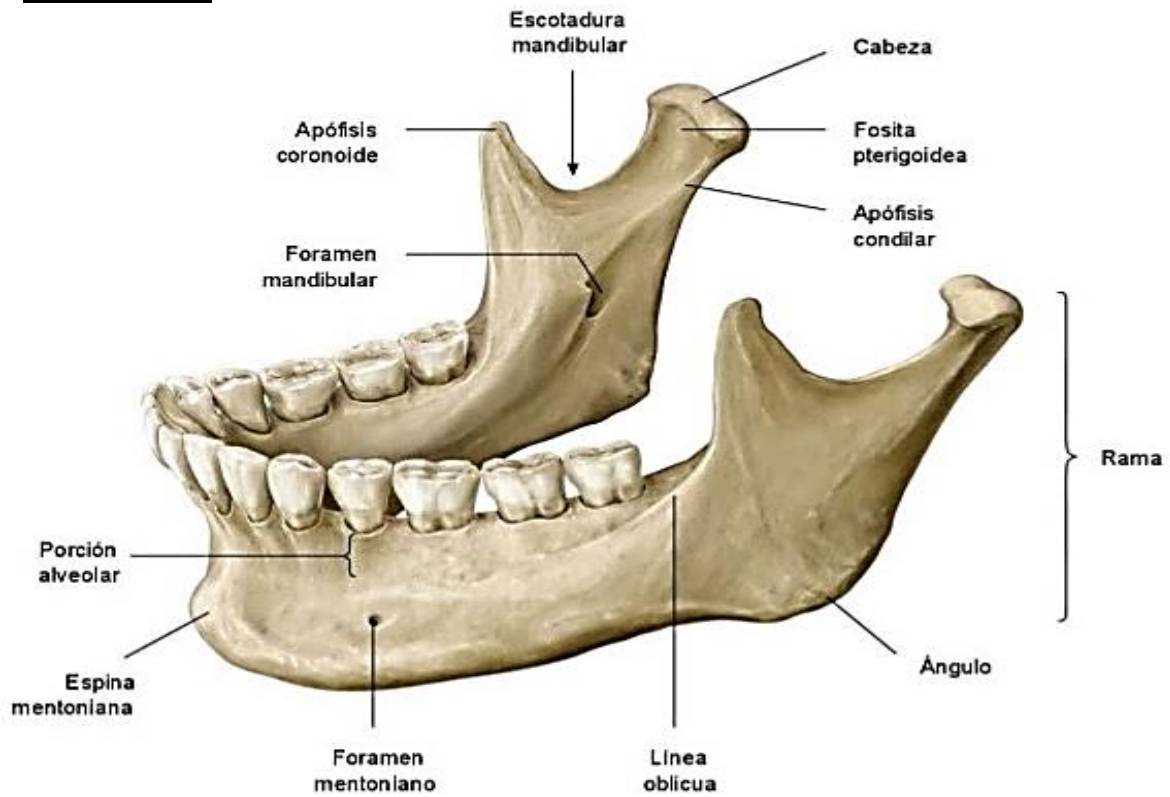
## D). HUESO MAXILAR INFERIOR

### 1. Vista Frontal

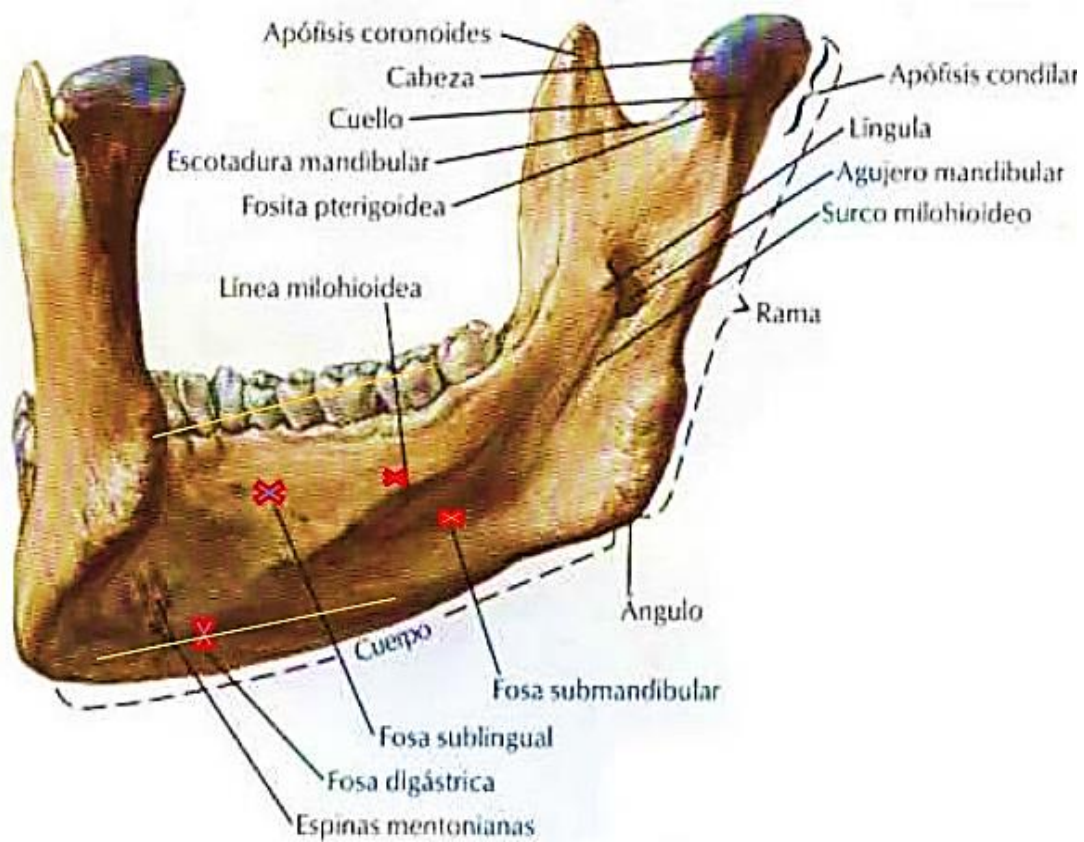




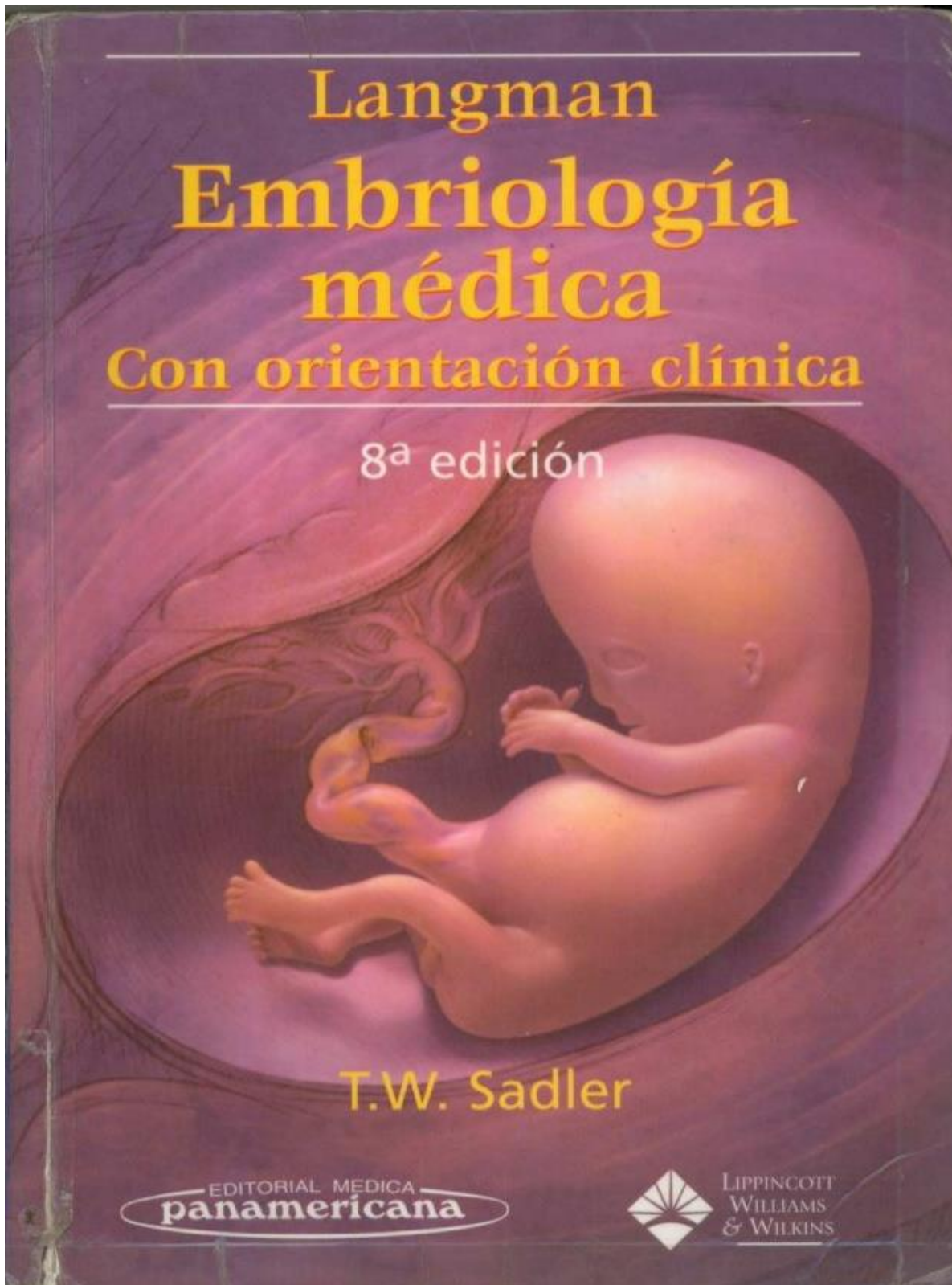
**2. Vista Lateral**



**3 Vista Posterior.**



ANEXO I: CARTILLA DE EMBRIOLOGÍA



## EMBRIOLOGÍA HUMANA

La Embriología es la ciencia biológica que estudia el desarrollo prenatal de los organismos y trata de comprender y dominar las leyes que lo regulan y el origen. El interés en el estudio del desarrollo prenatal es grande, ello se debe a una curiosidad natural, por el hecho de que muchos fenómenos de la vida postnatal tienen su origen y explicación en la etapa de desarrollo prenatal y es importante conocerlos con el fin de lograr una mejor calidad de vida en el ser humano. La anatomía del desarrollo es el campo de la embriología que se ocupa de los cambios morfológicos que ocurren en las células, tejidos, órganos y cuerpo en su conjunto desde la célula germinal de cada progenitor hasta el adulto resultante, la fisiología del desarrollo por otro lado explica el funcionamiento del organismo en estas etapas, sin embargo el desarrollo humano es un proceso continuo que se inicia con la fecundación y termina con la muerte, aunque la mayoría de los procesos tienen lugar en etapa prenatal otros se extienden más allá del nacimiento, ello ha llevado a que se conozca a la Embriología con estos horizontes ampliados como Biología del Desarrollo.

La Embriología:

- Llena el vacío entre el desarrollo prenatal y la Obstetricia, Medicina Perinatal, Pediatría y Anatomía Clínica.
- Proporciona conocimientos acerca del comienzo de la vida humana y las modificaciones que se producen durante el desarrollo prenatal.
- Resulta de utilidad en la práctica para ayudar a comprender las causas de las variaciones en la estructura humana.
- Aclara la anatomía macroscópica y explica el modo en que se desarrollan las relaciones normales y anómalas.
- El conocimiento que tienen los médicos acerca del desarrollo normal y de las causas de las malformaciones congénitas es necesario para proporcionar al embrión y al feto la mayor posibilidad de desarrollarse con normalidad. Gran parte de la obstetricia moderna incluye la denominada embriología aplicada.

## **Generalidades de embriología humana**

**Embriología:** estudio de los fenómenos que se producen en el desarrollo desde el estadio unicelular hasta un organismo pluripotencial.

### **Primera semana de desarrollo: De la ovulación a la implantación**

#### **Ciclo ovárico**

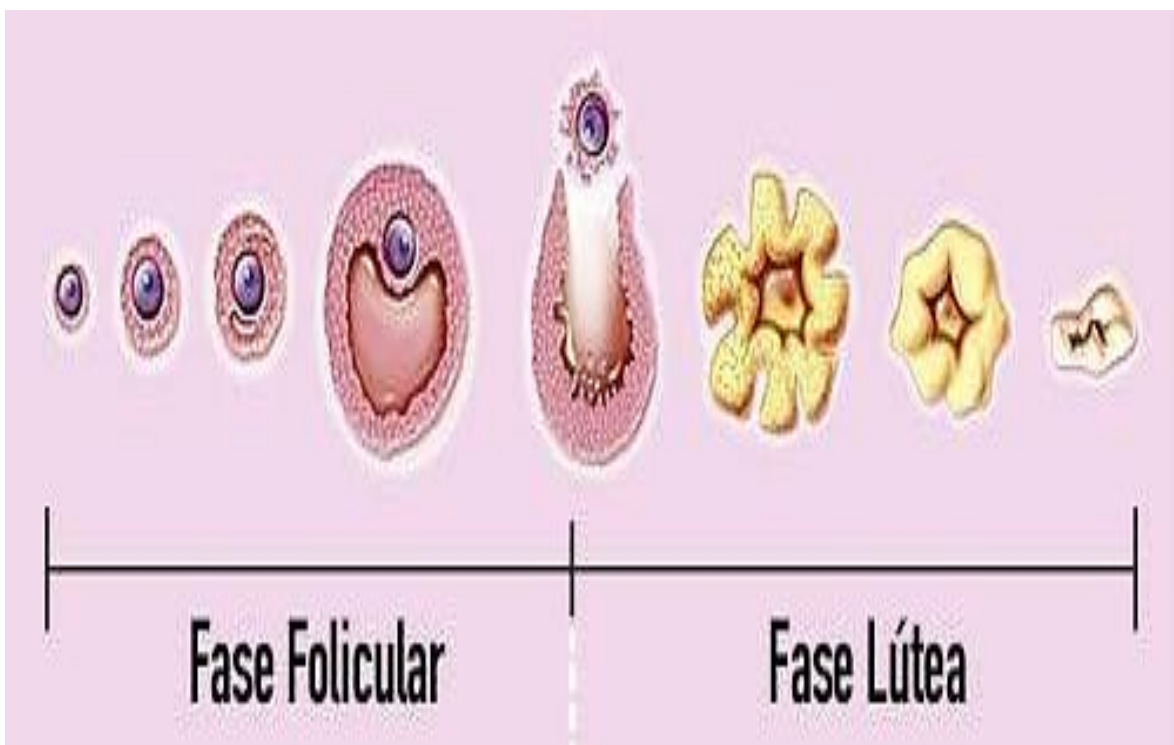
Los ovarios tienen la doble función de producir gametos (ovocitos) y de secretar las hormonas sexuales femeninas, los estrógenos y la progesterona.

Al comienzo de cada ciclo ovárico, que se considera coincidente con el primer día de la menstruación, empiezan a aumentar de tamaño varios folículos primordiales por la influencia de una hormona secretada por la adenohipófisis, la hormona folículo estimulante (FSH). Se distinguen 3 fases en el ciclo ovárico:

- **Fase folicular:** Del día 1 al día 14 del ciclo. Durante el desarrollo folicular, el folículo secundario aumenta de tamaño y llega a ser el folículo de Graaf o folículo maduro, listo para descargar el óvulo (el ovocito secundario). Durante esta primera fase del ciclo ovárico, el folículo en desarrollo sintetiza y secreta el estrógeno 17-beta estradiol, que es el responsable del desarrollo del endometrio en la fase proliferativa del ciclo uterino.
- **Ovulación:** El folículo descarga el óvulo (ovocito secundario). Todo el proceso, hasta aquí, dura unos 14-16 días, contados a partir del primer día de la menstruación. El ovocito se libera y es introducido en el interior de la trompa y transportado hacia el útero. Cerca del día 14 del ciclo, las células de la adenohipófisis responden a los pulsos de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y liberan las hormonas

folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH). La LH causa la ruptura del folículo maduro y la expulsión del ovocito secundario y del líquido folicular, es decir, la ovulación. La ovulación se produce unas nueve horas después del pico plasmático de LH. Después de la ovulación, la temperatura corporal aumenta de medio grado a un grado centígrado y se mantiene así hasta el final del ciclo, lo que se debe a la progesterona que es secretada por el cuerpo lúteo (ver la fase luteínica).

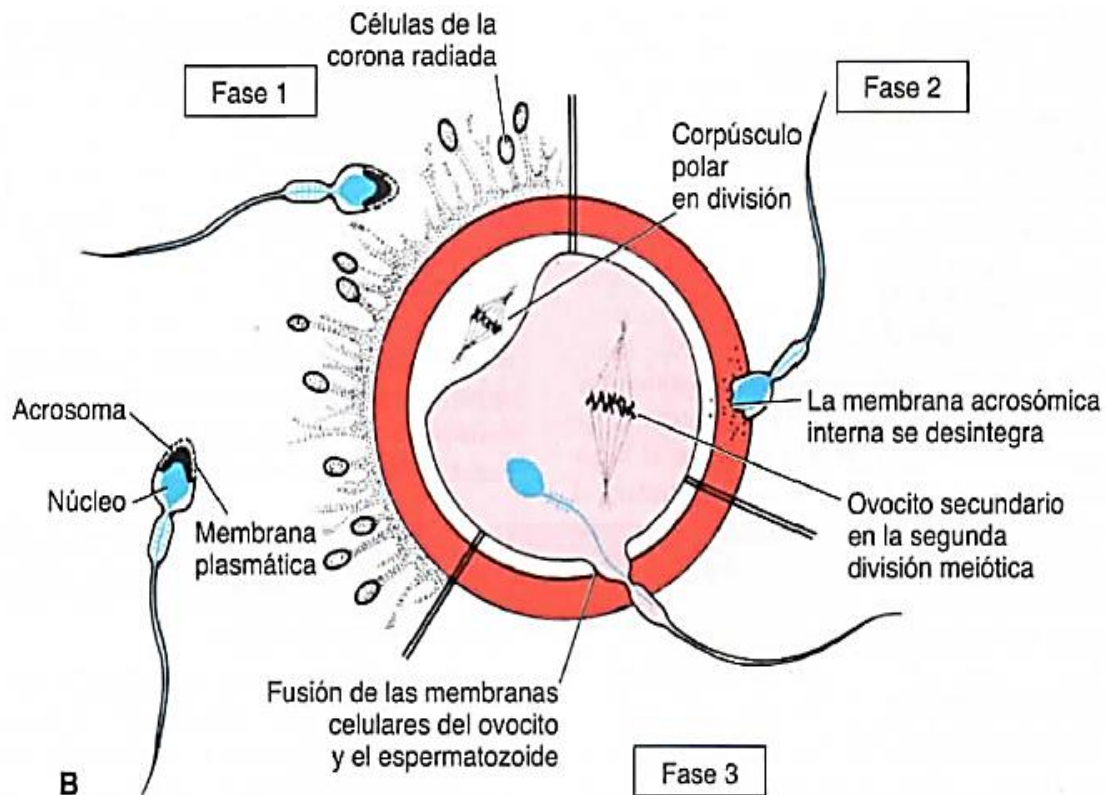
- **Fase luteínica:** Del día 15 al día 28 del ciclo. Después de la ovulación, las células restantes del folículo forman una estructura que se llama cuerpo lúteo o cuerpo amarillo, bajo la influencia de la LH. El cuerpo lúteo entonces sintetiza y secreta dos hormonas: el estrógeno 17-beta estradiol y la progesterona, que inducen la fase secretora del ciclo uterino, es decir, preparan el endometrio para la implantación del óvulo fecundado.



## PRIMERA SEMANA DE DESARROLLO

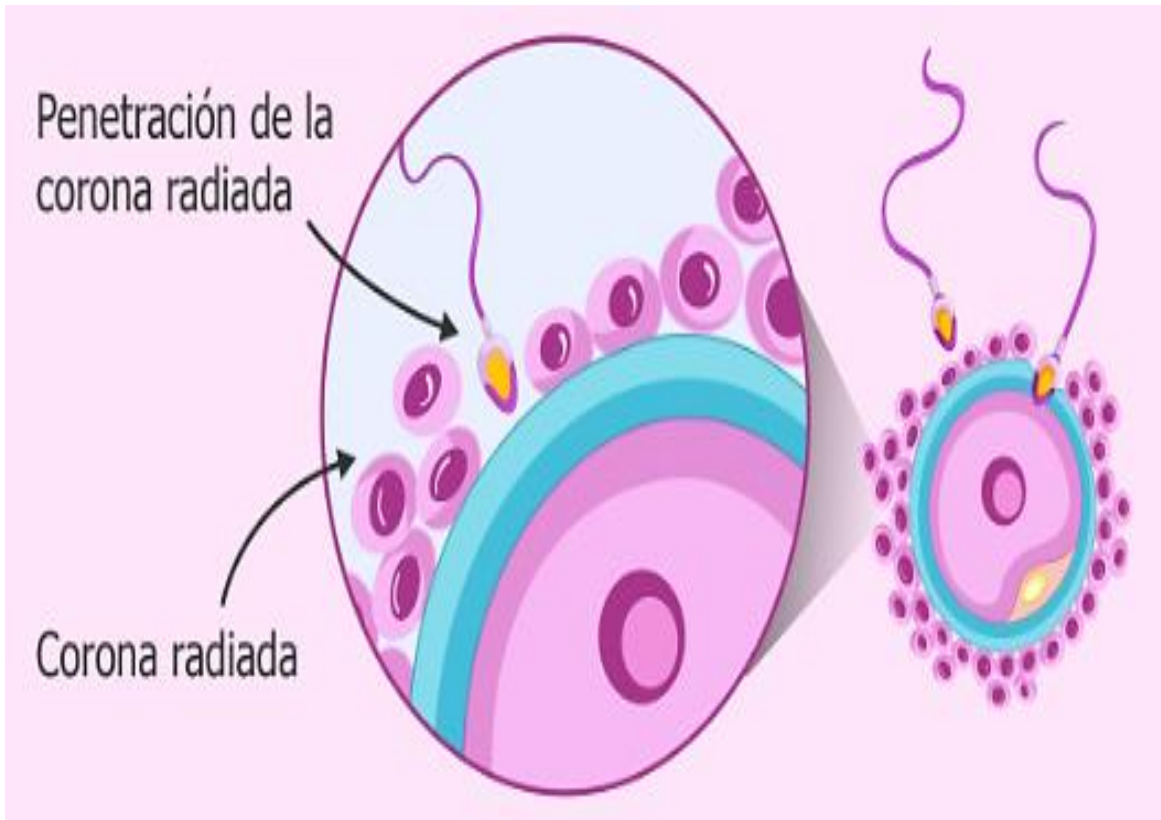
### FECUNDACIÓN

Es la unión del espermatozoide con un ovocito secundario; se lleva a cabo en la ampolla de la trompa de Falopio a través de diversos procesos que permiten la fusión entre ambos gametos. Previo a esto se requieren cambios en el espermatozoide, como es la capacitación y la reacción agronómica.



### FASE1: PENETRACIÓN DE LA CORONA RADIADA

De los 200 a 300 millones de espermatozoides depositados en el tracto genital de la mujer, sólo de 300 a 500 llegan al sitio de fecundación. Se necesita únicamente uno de ellos para la fecundación y se considera que los demás ayudan al espermatozoide fecundante a atravesar las barreras que protegen al gameto femenino. El espermatozoide capacitado pasa libremente a través de las células de la corona radiada.



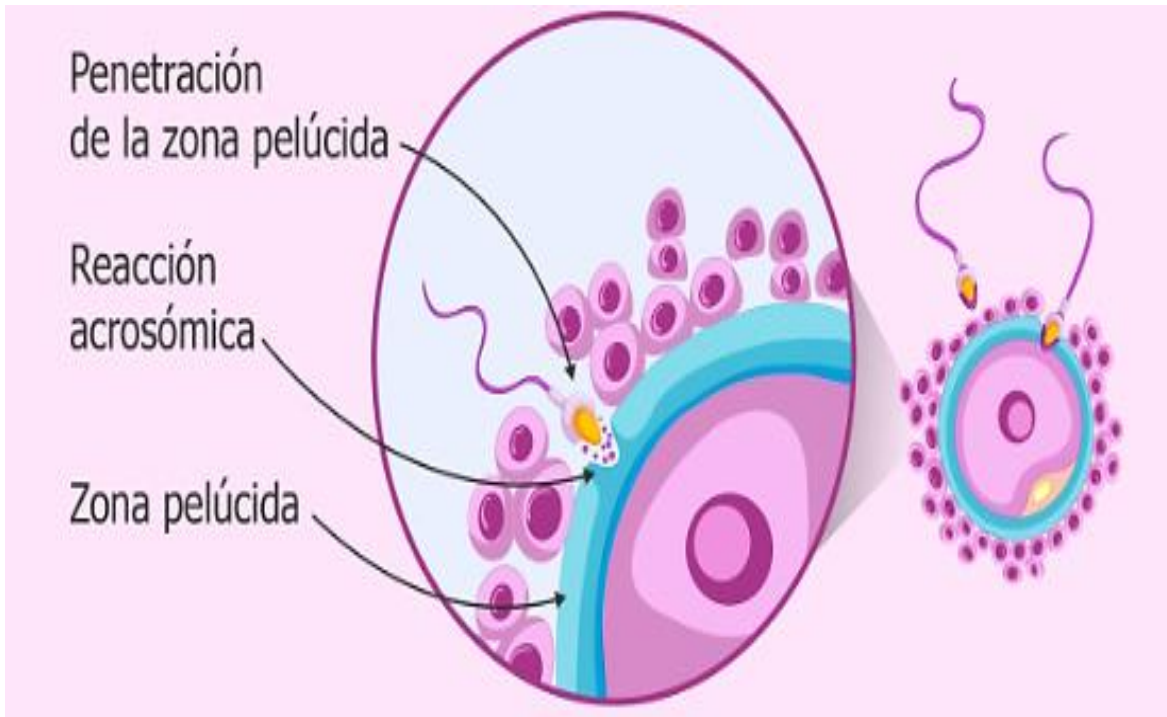
## **FASE2: PENETRACIÓN DE LA ZONA PELÚCIDA**

La zona pelúcida es una capa de glucoproteínas que rodea al ovocito y facilita y mantiene la unión del espermatozoide, e induce la reacción acrosómica. La unión es mediada por el ligando ZP3 una proteína de la zona pelúcida, y receptores ubicados sobre la membrana plasmática del espermatozoide.

La liberación de enzimas acrosómicas (acrosina) permite que el espermatozoide penetre en la zona pelúcida y de esta manera entre en contacto con la membrana plasmática del ovocito.

La permeabilidad de la zona pelúcida se modifica cuando la cabeza del espermatozoide entra en contacto con la superficie del ovocito, lo cual produce la liberación de enzimas lisosómicas de los gránulos corticales que se encuentran por debajo de la membrana plasmática del ovocito.~ su vez, estas enzimas provocan una alteración de las propiedades de la zona pelúcida (la reacción de zona), que impide la penetración de más espermatozoides e inactiva

los sitios receptores específicos de especie para espermatozoides sobre la superficie de la zona pelúcida. Se han encontrado otros espermatozoides encerrados en la zona pelúcida, pero sólo uno parece capaz de introducirse en el ovocito.



### **FASE3: FUSIÓN DE LAS MEMBRANAS CELULARES DEL OVOCITO y EL ESPERMATOZOIDE**

La adhesión inicial del espermatozoide al ovocito es mediada en parte por la interacción de integrinas sobre el ovocito y sus ligandos, desintegrinas, sobre el espermatozoide. Luego de la adhesión, se fusionan las membranas plasmáticas del espermatozoide y el ovocito.

Dado que la membrana plasmática que cubre el capuchón acrosómico ha desaparecido durante la reacción acrosómica, la fusión se produce entre la membrana del ovocito y la membrana que cubre la región posterior de la cabeza del espermatozoide. En el ser humano, tanto la cabeza como la cola del espermatozoide penetran en el citoplasma del ovocito, pero la membrana plasmática queda sobre la superficie del ovocito



Los principales resultados de la fecundación son:

- Restablecimiento del número diploide de cromosomas, la mitad procedente del padre y la mitad de la madre. En consecuencia, el cigoto posee una nueva combinación de cromosomas, diferente de la de ambos progenitores.
- Determinación del sexo del nuevo individuo. Un espermatozoide que posee X producirá un embrión femenino (XX) y un espermatozoide que posee Y originará un embrión masculino (XY). En consecuencia, el sexo cromosómico del embrión queda determinado en el momento de la fecundación.
- Iniciación de la segmentación. Si no se produce la fecundación el ovocito suele degenerar en el término de 24 horas después de la ovulación.

### **SEGMENTACIÓN**

Cuando el cigoto ha llegado al período bicelular experimenta una serie de divisiones mitóticas que producen un incremento del número de células. Estas células, que se tornan más pequeñas con cada división de segmentación, se denominan blastómeras y hasta la etapa de 8 células están agrupadas en forma poco compacta.

Sin embargo, después de la tercera segmentación, el contacto de las blastómeras entre sí es máximo y forman una bola compacta de células que se mantienen juntas por medio de uniones estrechas. Este proceso, denominado compactación, separa las células internas, que se comunican ampliamente por medio de uniones en hendidura, de las células externas. Tres días después de la fecundación, aproximadamente, las células del embrión compactado vuelven a dividirse para formar una mórula (mora) de 16 células.

Las células centrales de la mórula constituyen la masa celular interna, y la capa circundante de células forma la masa celular externa. La masa celular interna origina los tejidos del

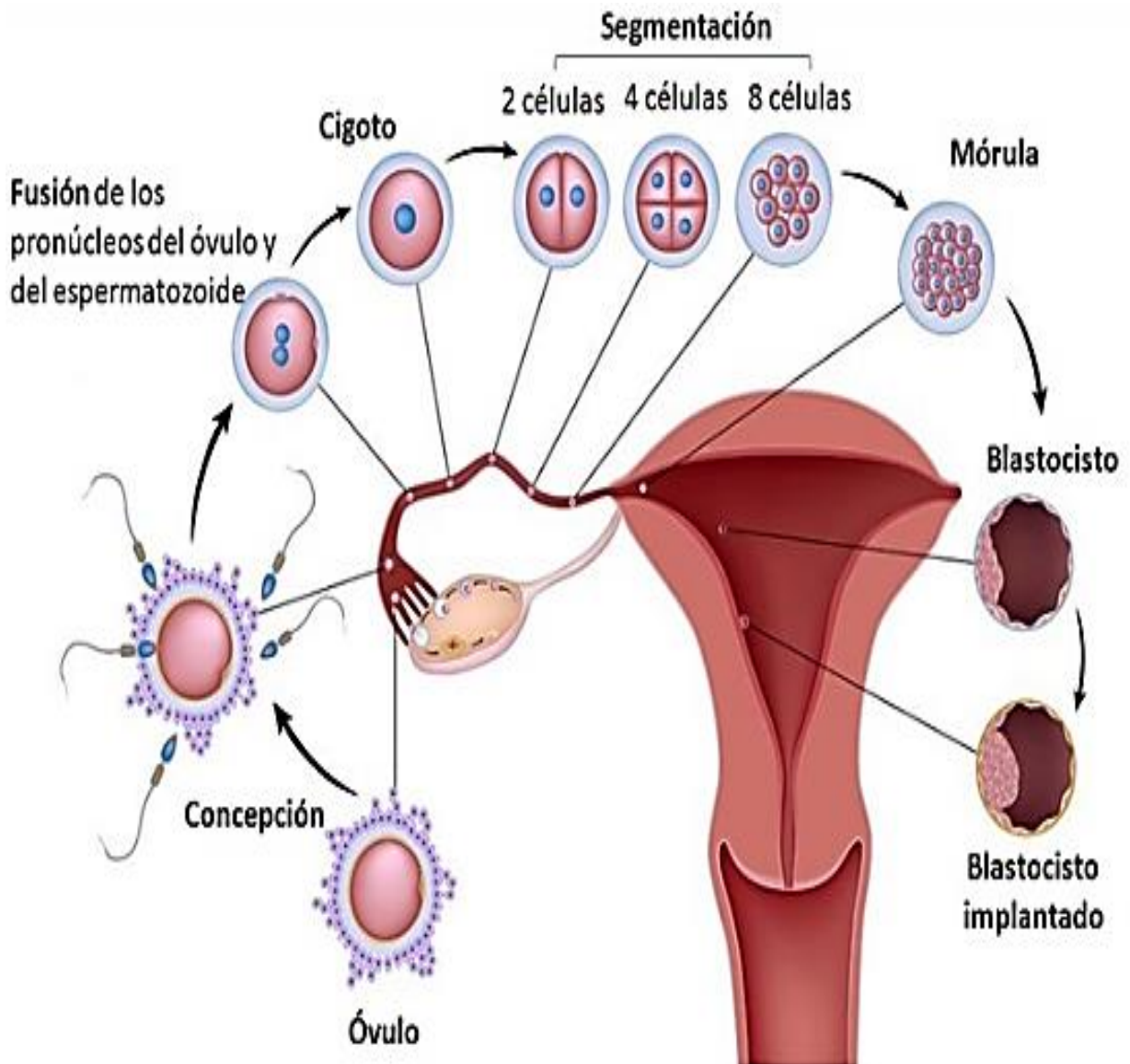
embrión propiamente dicho y la masa celular externa forma el trofoblasto, que más tarde contribuirá a formar la placenta.



### **EL ÚTERO EN LA ETAPA DE IMPLANTACIÓN**

La pared del útero está formada por tres capas: a) el endometrio o mucosa que reviste el interior de la pared; b) el miometrio, una capa gruesa de músculo liso, y c) el perimetrio, el revestimiento peritoneal que cubre la porción externa de la pared. Desde la pubertad (11 a 13 años) hasta la menopausia (45 a 50 años), el endometrio experimenta cambios en un ciclo de 28 días, aproximadamente, bajo el control hormonal del ovario.

Durante este ciclo menstrual, el endometrio pasa por tres períodos: la fase folicular o proliferativa, la fase secretora, progestacional luteínica y la fase menstrual. La fase proliferativa comienza al término de la fase menstrual, está bajo la influencia de los estrógenos, y paralela al crecimiento de los folículos ováricos. La fase secretora se inicia alrededor de 2 a 3 días después de la ovulación en respuesta a la progesterona producida por el cuerpo lúteo. Si no se produce la fecundación, se inicia el desprendimiento del endometrio (capas compacta y esponjosa), lo cual señala el inicio de la fase menstrual.



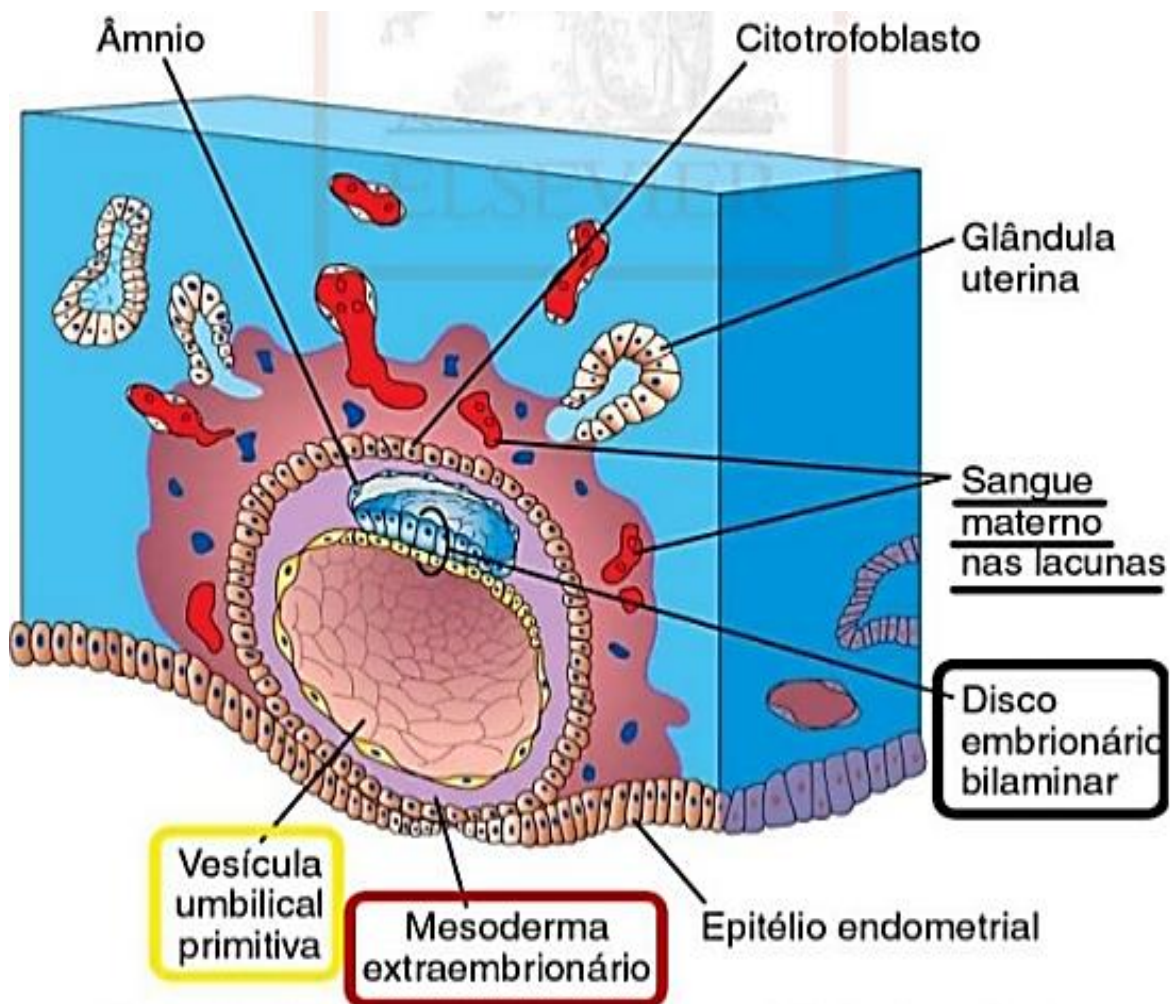
### Segunda semana de desarrollo: Disco germinativo bilaminar

Se relata día a día los principales acontecimientos que tienen lugar durante la segunda semana del desarrollo.

Se desarrolla la cavidad amniótica, sin embargo, el lugar de implantación sangra debido al aumento del flujo sanguíneo y se puede confundir con una hemorragia menstrual normal.

**DÍA 8**

El blastocisto se adhiere a la mucosa uterina, el osteoblasto es digerido por el endometrio. En este estadio el trofoblasto se dividirá en dos capas una mononucleada situada en la parte externa denominada citotrofoblasto y una multinucleada situada en la parte interna llamada sincitiotrofoblasto.

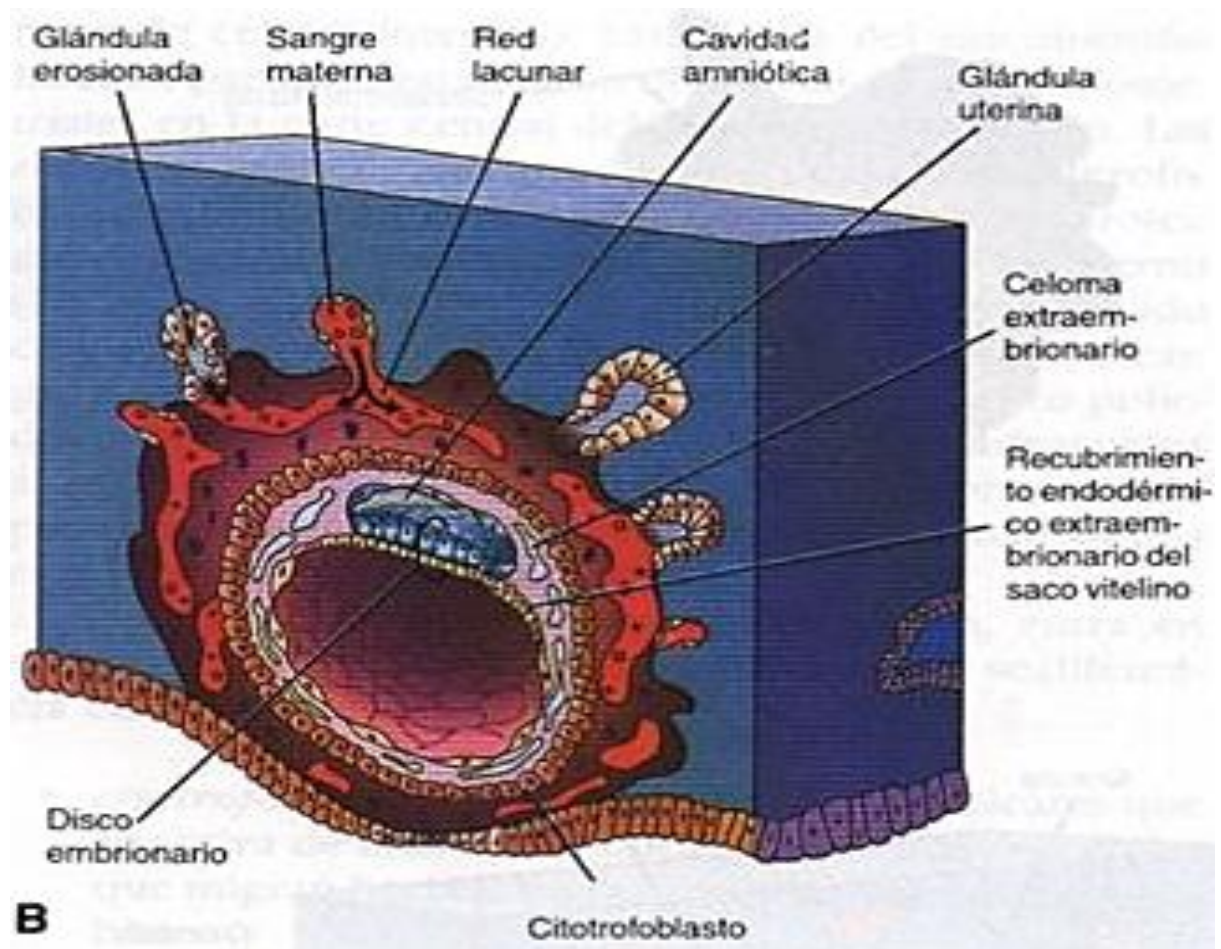
**DÍA 9: PERIODO LACULAR**

El blastocisto se ha introducido más profundamente en el endometrio, y la solución de continuidad que se produjo en el epitelio superficial es cerrada por un coágulo de fibrina. El

polo embrionario, el trofoblasto presenta vacuolas sincitiales que al fusionarse forman lagunas, a esta fase del período trofoblástico se le denomina período lacunar.

### DIA 13

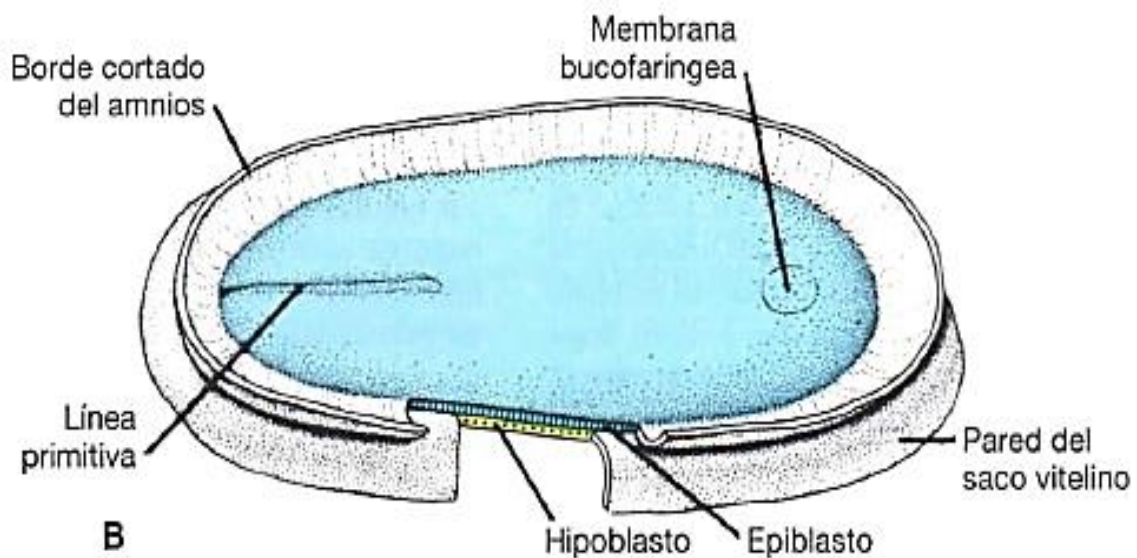
Mientras tanto, en el polo abembrionario, células aplanadas que probablemente se originaron en el hipoblasto, forman una delgada membrana llamada membrana exocelómica, que reviste la superficie interna del citotrofoblasto. Esta membrana junto con el hipoblasto constituye el revestimiento de la cavidad exocelómica o saco vitelino primitivo.



### Tercera semana de desarrollo: Disco germinativo trilaminar

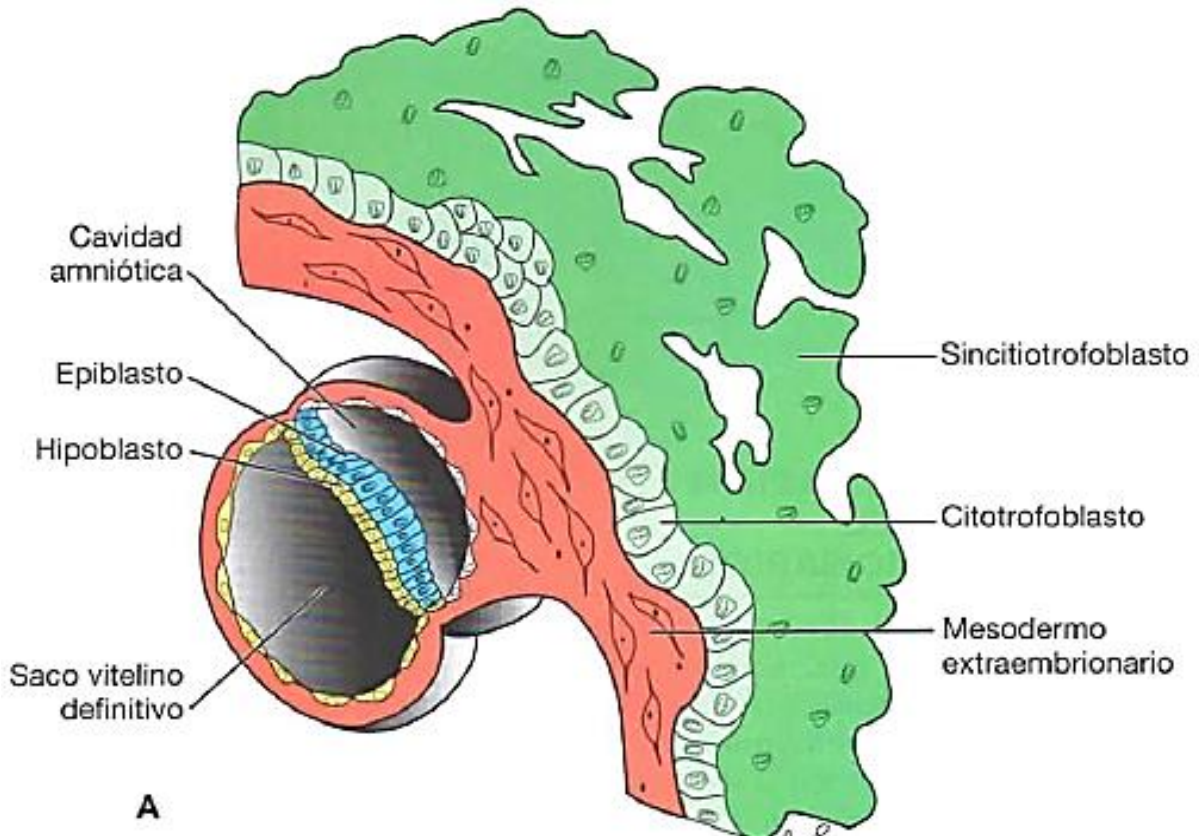
#### GASTRULACIÓN

El acontecimiento más característico que tiene lugar durante la tercera semana de gestación es la gastrulación, el cual es un proceso donde se establecen las tres capas germinativas (Ectodermo, endodermo, y mesodermo) del embrión. El proceso de gastrulación se inicia con la formación de la línea primitiva (o estría primitiva) en la superficie del epiblasto.



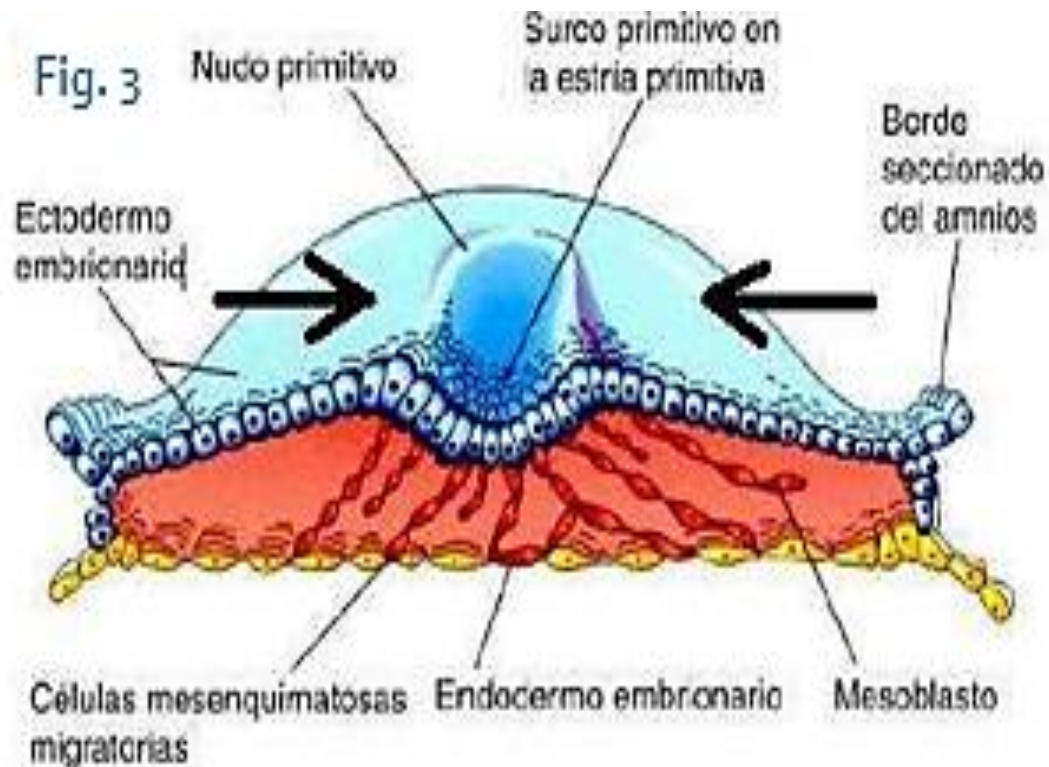
Al principio, ésta línea está mal definida pero luego (alrededor del día 15-16), ya es claramente visible en forma de, un surco estrecho con regiones ligeramente abultadas en ambos lados.

La línea primitiva se elonga (crece), por la proliferación de células epiblasticas en su región caudal. También prolifera el extremo craneal para formar el nódulo primitivo, que consiste en un área ligeramente elevada que rodea a la fosita primitiva.

**FOSITA PRIMITIVA**

En cuanto aparece la línea primitiva se pueden reconocer el eje craneocaudal del embrión, sus extremos craneal y caudal, sus superficies dorsal y ventral, y sus lados derecho e izquierdo. Las células del epiblasto migran hacia la línea primitiva (movimiento desde lateral a medial), al llegar a la línea (específicamente al surco), adoptan las células (epiblasticas) forma de matraz, y se separan del epiblasto, deslizándose debajo de él, este movimiento (De fuera hacia dentro, se conoce como invaginación).

## INVAGINACIÓN



Después de la invaginación alguna de las células migratorias (provenientes del epiblasto) desplazan al Hipoblasto formando el endodermo, mientras otras se sitúan entre el epiblasto y el endodermo acabado de formar, y generan el mesodermo, las células que quedan en el epiblasto, forman el ectodermo

Una vez terminada la formación del ectodermo, mesodermo, y endodermo intraembrionario, se habla de disco embrionario trilaminar. Las tres capas celulares del embrión provienen del epiblasto.

Hacia la zona cefálica se encuentra una membrana llamada membrana bucofaríngea (más tarde recubrirá la abertura bucal), hacia la zona caudal, se encuentra la membrana cloacal (la que finalmente se romperá para formar abertura del ano), estas membranas están adheridas

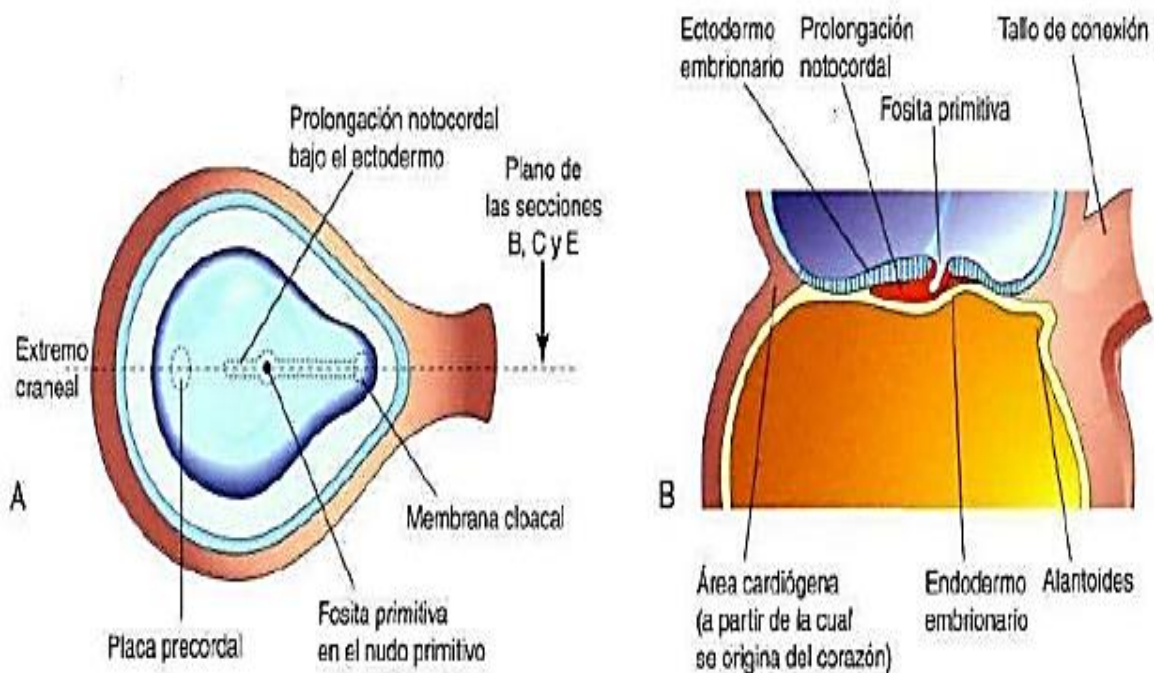


desde el disco bilaminar (epiblasto-Hipoblasto), una vez que pasa a formarse el disco embrionario trilaminar, siguen adheridos, pero ahora ectodermo con endodermo.

### *Derivados de la capa trilaminar*

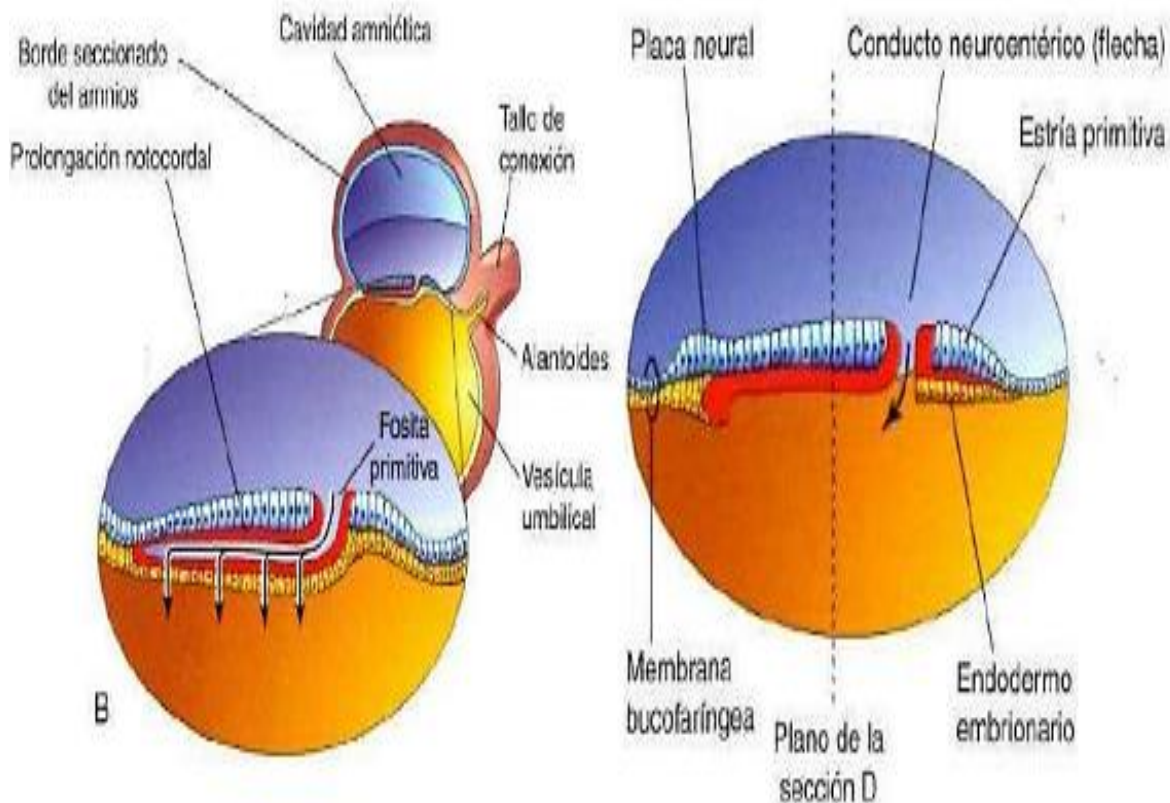
Capa embrionaria	Da origen a:
Ectodermo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Epidermis</li> <li>✓ Sistema nervioso central y periférico.</li> <li>✓ Ojos y oídos internos.</li> <li>✓ Y en forma de células cresta neural da origen a muchos tejidos conjuntivos de la cabeza -se tocará el tema más adelante en las clases-</li> </ul>
Mesodermo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Músculos esqueléticos</li> <li>✓ Células sanguíneas y revestimiento de vasos sanguíneos.</li> <li>✓ Capas musculares lisas de las vísceras.</li> <li>✓ Conductos y órganos de los aparatos reproductor y excretor.</li> <li>✓ Mayor parte del s. cardiovascular</li> <li>✓ Da origen a tejidos conjuntivos, cartílagos, huesos tendones, ligamentos, dermis</li> </ul>
Endodermo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estroma de órganos internos.</li> <li>✓ Revestimientos epiteliales de las vías respiratorias y alimentarias (tubo digestivo), incluidas las glándulas que se abren al tubo digestivo y las células glandulares de los órganos asociados como el hígado y el páncreas.</li> </ul>

### FORMACIÓN DE LA NOTOCORDA



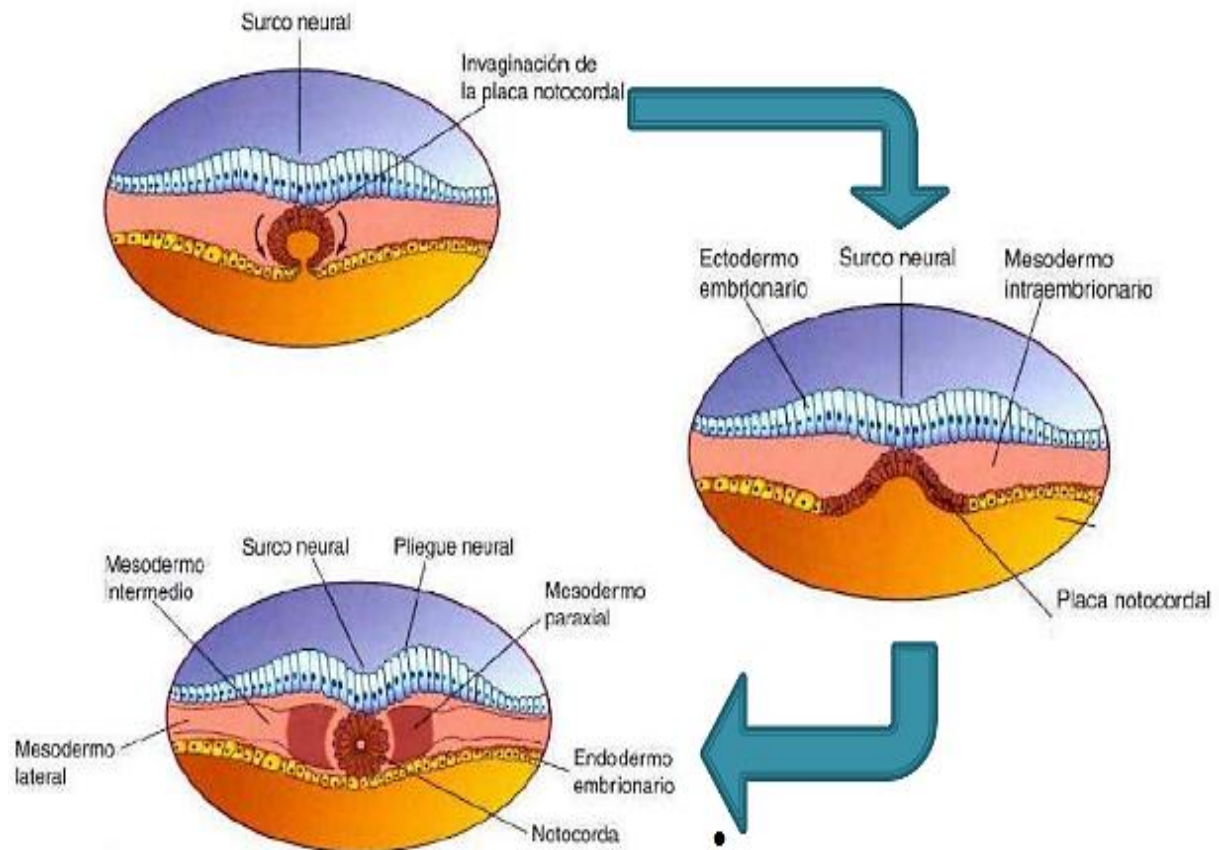
- 1) Desde el nodo primitivo migran hacia cefálico un tipo especial de células denominados células prenotocordales (formarán la notocorda), al conjunto de estas células por el mesodermo se le denominará prolongación notocordal.
- 2) La fosita primitiva se extiende hasta la prolongación notocordal, formando un conducto notocordal (parecido a un tubo hueco)
- 3) La prolongación notocordal es ahora un tubo celular que se extiende cranealmente desde el nudo primitivo hasta la placa precordal (agrupación de células de mesoderma situadas entre la membrana bucofaringea y el extremo craneal de la notocorda).
- 4) El suelo de la prolongación notocordal (células pre notocordales) se fusiona con el endodermo embrionario subyacente formando la placa notocordal.

### **FORMACIÓN DE PLACA NOTOCORDAL**



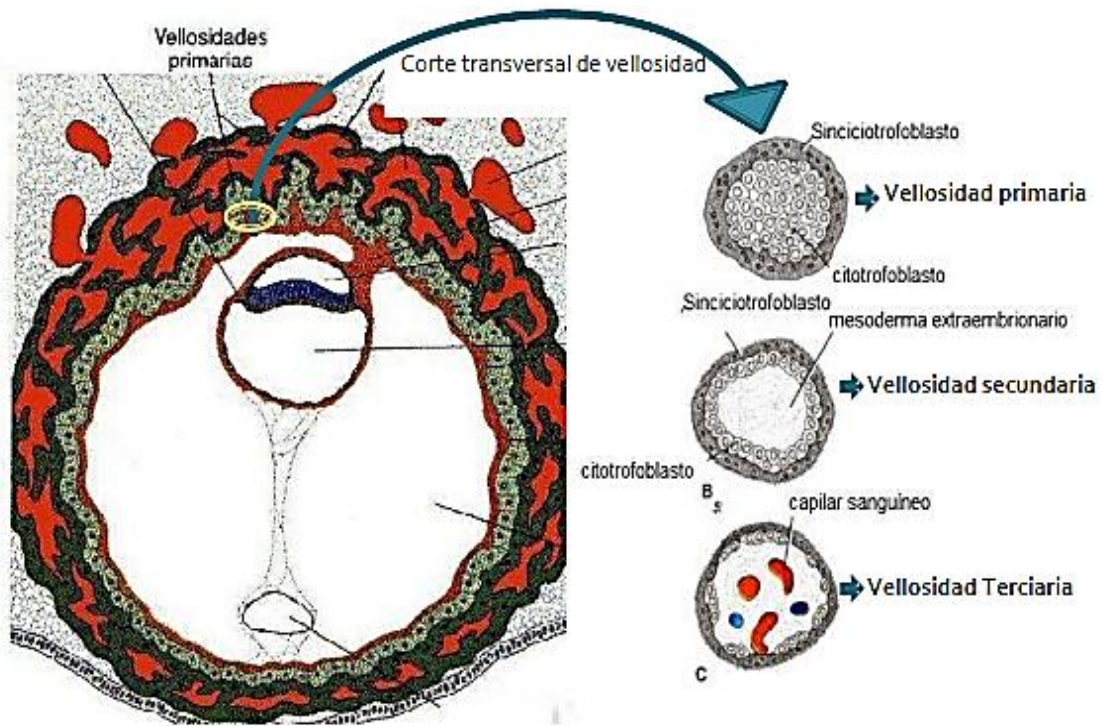
5) Al tiempo que se está formando el disco germinativo trilaminar, las células de la placa notocordal proliferan y a la vez se invaginan, separándose del endodermo, formando un cordón de células sólido, la notocorda.

### **FORMACIÓN DE CORDÓN DE CELULAS SOLIDO**



### **VELLOSIDADES**

En la tercera semana del desarrollo el citotrofoblasto crece hacia el Sinciotrofoblasto formando una vellosidad primaria. Durante las etapas siguientes del desarrollo las células mesodérmicas extraembrionarias (o placa corionica) comienzan a penetrar dentro de la vellosidad primaria formando una vellosidad secundaria. Al finalizar la tercera semana las células mesodérmicas del núcleo de la vellosidad secundaria se diferencian en capilar sanguíneos, dando como resultado vellosidades terciarias.



### Tercera a Octava semana: periodo embrionario

El periodo embrionario transcurre entre la tercera y la octava semana del desarrollo, es la etapa en la cual las tres capas germinales, ectodermo, mesodermo y endodermo, originan diversos tejidos y órganos específicos

#### **DERIVADOS DE LA CAPA GERMINAL ECTODÉRMICA**

Al inicio de la tercera semana del desarrollo, la capa germinal ectodérmica tiene forma de disco. La aparición de la notocorda y el mesodermo precordial induce alectodermo suprayacente a formar la placa neural. Las células de esta placa forman el neuro ectodermo, la inducción del cual representa el primer acontecimiento del proceso de neurulación

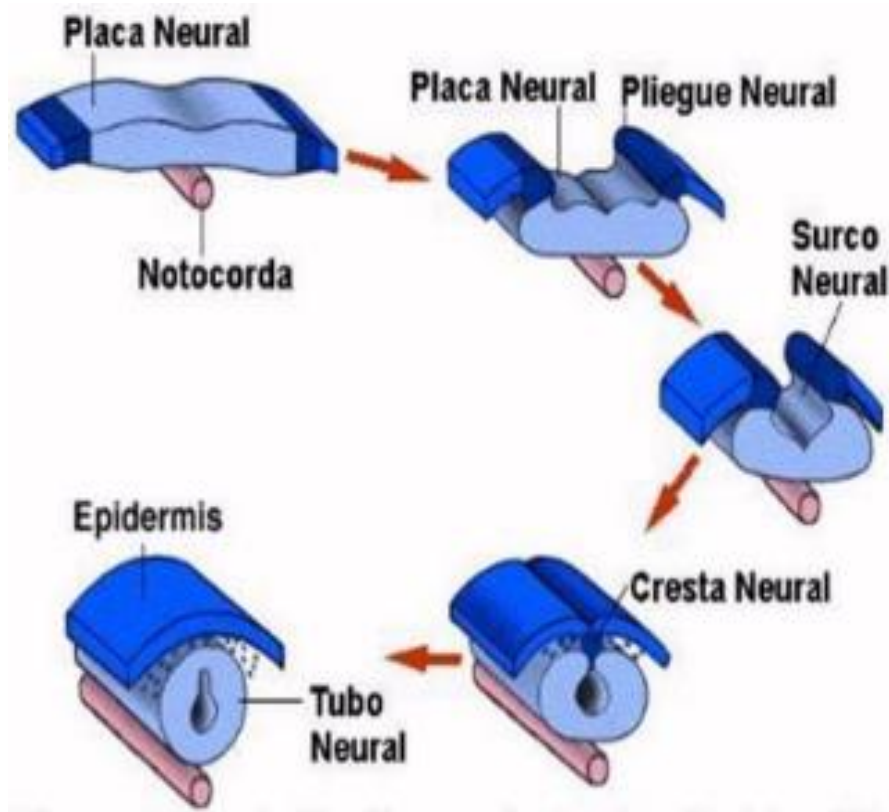
#### **REGULACIÓN MOLECULAR DE LA INDUCCIÓN NEURAL**

El aumento del factor de crecimiento de los fibroblastos (FGF) junto con la inhibición de la actividad de la proteína morfogénica ósea 4 (BMP-4) provoca la inducción de la placa

neural. La señalización del FGF promueve una vía neural, reprime la transcripción de la BMP y aumenta la expresión de los genes de la cordina y nogina. La presencia de BMP-4 induce la formación de la epidermis a partir del ectodermo, mientras que el mesodermo forma el mesodermo de las placas intermedia y lateral. La secreción de nogina, cordina y folistatina inactiva la BMP. Estas proteínas se encuentran en el nódulo primitivo, la notocorda y el mesodermo precordial. Su función es la de neutralizar el ectodermo inhibiendo BMP y hacer que el mesodermo se convierta en notocorda y en mesodermo paraxial. La inducción de la placa neural caudal depende de dos proteínas la WNT3a y FGF.

### **NEURULACIÓN**

La neurulación es el proceso mediante el cual la placa neural forma el tubo neural. Los bordes laterales de la placa neural se elevan para formar los pliegues neurales, y la región central deprimida forma el surco neural. Los pliegues neurales se fusionan. La fusión empieza por la región cervical y avanza craneal y caudalmente, formando así el tubo neural. El neuroporo craneal se cierra hacia el día 25 mientras que el neuropo posterior se cierra el día 28. Al finalizar la neurulación, el sistema nervioso central está representado por una estructura tubular cerrada, la medula espinal se caracteriza por diversas dilataciones, las vesículas encefálicas.



### **CÉLULAS DE LA CRESTA NEURAL**

Las células de la cresta del neuroectodermo empiezan a disociarse de las células contiguas. La cresta neural experimenta una transición epiteliomes enquistosa y entra en el mesodermo suprayacente por desplazamiento y migración activa. Una vez cerrado el tubo neural, las células de la cresta abandonan el neuroectodermo y migran por una de las siguientes vías:

Una vía dorsal: las células entran en el ectodermo a través de unos orificios de la lámina basal y forman los melanocitos y los folículos pilosos de la piel.

Una vía ventral: se convierten en ganglios sensitivos, neuronas simpáticas y entéricas, células de Schwann y células de la médula suprarrenal.

Las células de la cresta neural contribuyen a la formación del esqueleto craneofacial, las neuronas de los ganglios craneales, las células gliales y los melanocitos. Son muy importantes y contribuyen en órganos y tejidos que son referidos como la cuarta capa germinal.

### **REGULACIÓN MOLECULAR DE LA INDUCCIÓN DE LA CRESTA NEURAL**

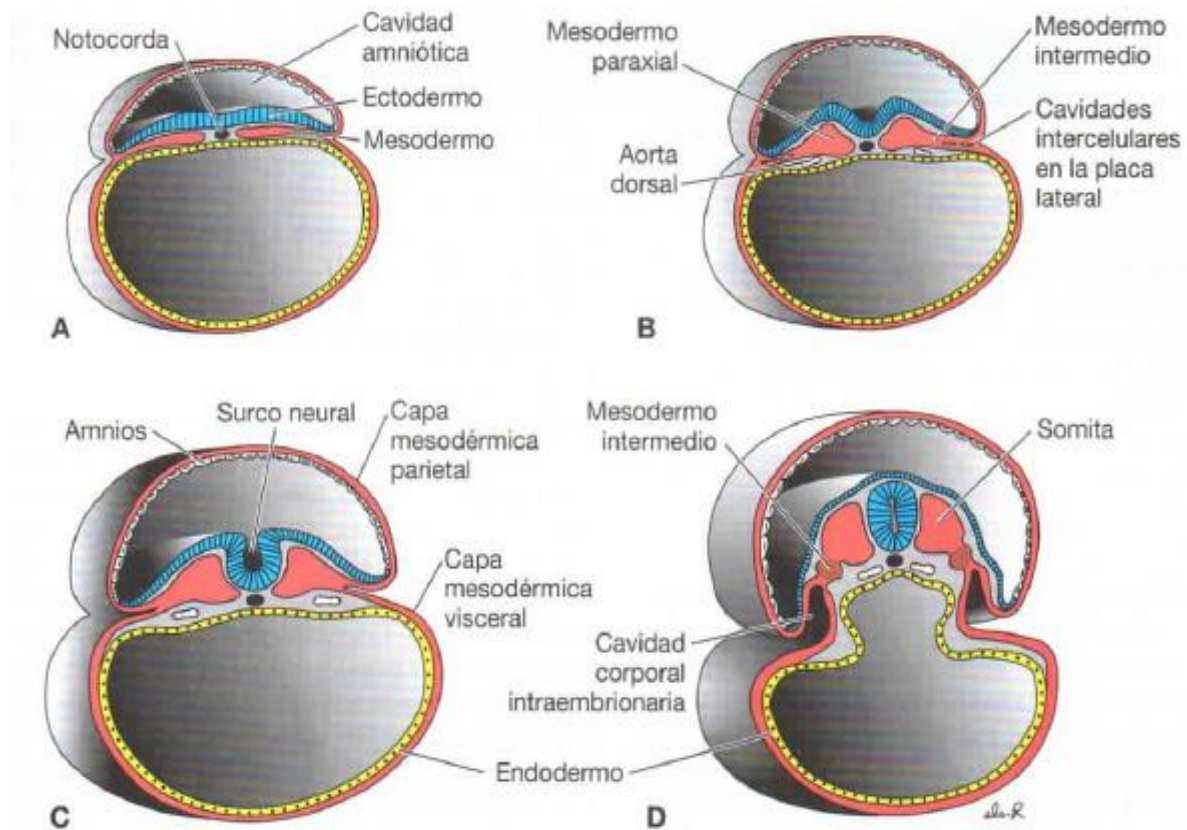
La inducción de las células de la cresta neural requiere una interacción en el límite articular de la placa neural y el ectodermo superficial. Las células de la placa neural están expuestas a niveles muy bajos de BMP y las células de ectodermo superficial están expuestas a niveles muy elevados. Los niveles elevados de BMP inducen la formación de la epidermis, los niveles intermedios inducen la cresta neural y las concentraciones muy bajas originan la formación del ectodermo neural. Cuando el tubo neural se ha cerrado, se observan las placodas auditivas y las placodas del cristalino. Durante las siguientes fases: las placodas auditivas y las placodas del cristalino se invaginan formando así las vesículas auditivas y los cristalinos de los ojos respectivamente.

La capa germinal ectodérmica origina los órganos y las estructuras que están en contacto con el mundo exterior:

- El sistema nervioso central
- El sistema nervioso periférico
- El epitelio sensorial del oído, la nariz y el ojo
- La epidermis, el pelo y las uñas
- Las glándulas subcutáneas
- Las glándulas mamarias
- La hipófisis
- El esmalte de los dientes

## DERIVADOS DE LA CAPA GERMINAL MESODÉRMICA

Inicialmente, las células de la capa germinal mesodérmica forman una delgada lamina de tejido laxo a cada lado de la línea media; aproximadamente hacia el decimoséptimo día las células cercanas a la línea media proliferan y forman el mesodermo paraxial y más hacia los lados forman una placa lateral.



Con la aparición y la coalescencia de cavidades intercelulares en la placa lateral, este tejido se divide en dos capas:

- **Capa mesodérmica somática o parietal.** - Capa que continúa con el mesodermo que recubre el amnios.
- **Capa mesodérmica esplácnica o visceral.** - Capa que continúa con el mesodermo que recubre el saco vitelino.



Juntas estas capas delimitan una nueva cavidad denominada cavidad intraembrionaria y finalmente el mesodermo intermedio que conecta el mesodermo de la placa paraxial con el mesodermo de la placa lateral.

### **SANGRE Y VASOS SANGUINEOS**

Se forman a partir del mesodermo, por dos vías:

- a. Vasculo génesis: a partir de islotes sanguíneos
- b. Angiogénesis: a partir de vasos ya existentes.

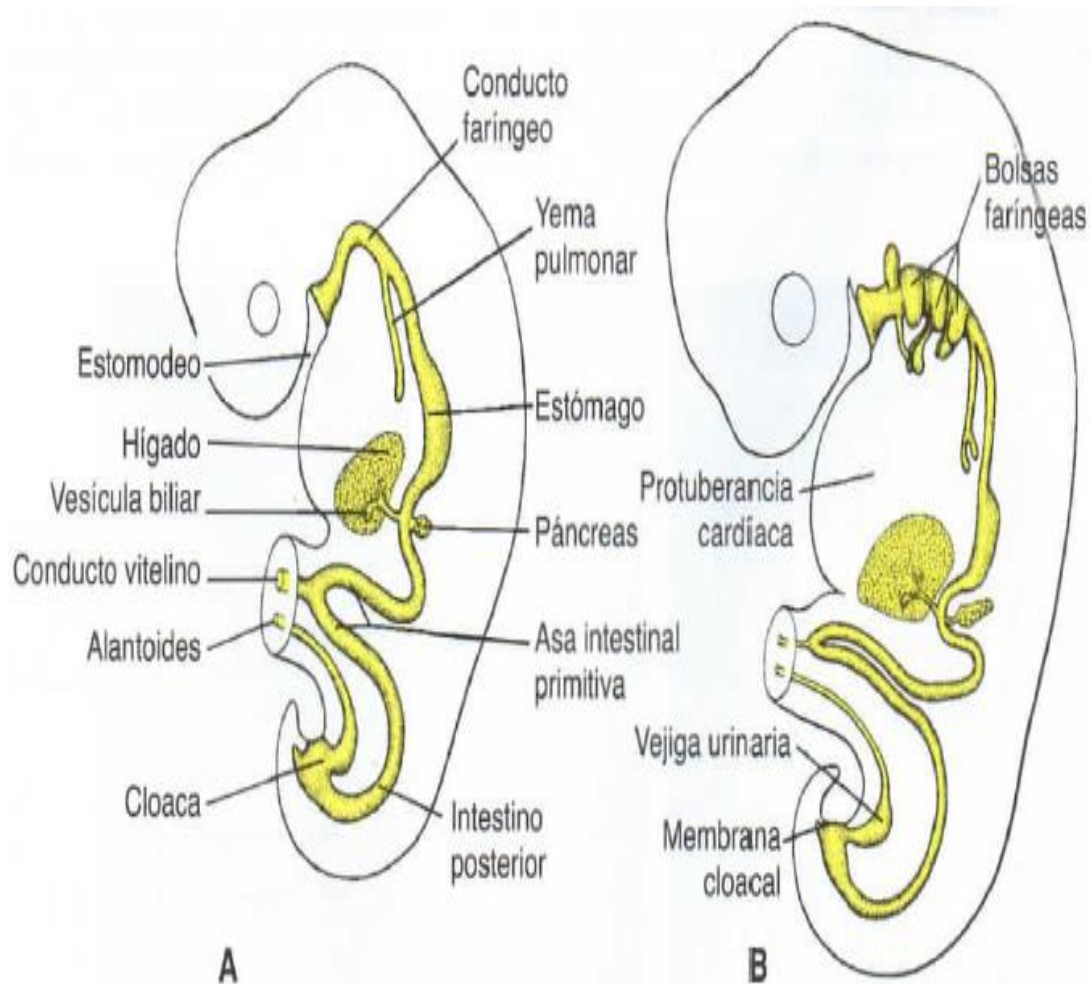
Los primeros islotes sanguíneos aparecen en el mesodermo que rodea la pared del saco vitelino durante la tercera semana del desarrollo, originados a partir de células mesodérmicas que son inducidas a formar hemangioblastos, siendo solo transitorios y no definitivos; las células definitivas se derivan del mesodermo que rodea la parte de la región aorta-gonada-mesonefro y son las células madre hematopoyéticas; las cuales colonizan el hígado que entre el segundo y el séptimo mes del desarrollo se convierte en el principal órgano hematopoyético del embrión y del feto; para luego las células madre del hígado colonizan la médula ósea, que es el tejido hematopoyético definitivo, y a partir de entonces el hígado ya no desempeñara una función hematopoyética.

### **DERIVADOS DE LA CAPA GERMINAL ENDODÉRMICA**

El tubo gastrointestinal es el principal sistema de órganos que deriva de la capa germinal endodérmica. Esta capa germinal cubre la superficie ventral del embrión y forma el techo del saco vitelino. El disco embrionario empieza a sobresalir dentro de la cavidad amniótica y se pliega en dirección cefalocaudal. El alargamiento del tubo neural provoca encorvamiento del embrión para adquirir la posición fetal conforme las regiones de la cabeza y la cola (pliegues) se desplazan en sentido ventral.

Otra consecuencia importante del plegamiento cefalocaudal y lateral es la incorporación parcial del alantoides al cuerpo del embrión, donde forma la cloaca. Hacia la quinta semana, el conducto del saco vitelino, el alantoides y los vasos umbilicales quedan limitados a la región umbilical.

### CUERPO DE EMBRIÓN QUINTA SEMANA



La capa germinal endodérmica inicialmente forma el revestimiento epitelial del tubo intestinal primitivo y las partes intra embrionarias del alantoides y el conducto vitelino. Durante las siguientes etapas el endodermo forma:

- El revestimiento epitelial del aparato respiratorio,

- El parénquima de las glándulas tiroideas y paratiroidea, el hígado y el páncreas,
- El estroma reticular de las amígdalas y el timo,
- El revestimiento epitelial de la vejiga urinaria y la uretra
- El revestimiento epitelial de la cavidad timpánica y el conducto auditivo

### **ASPECTO EXTERNO DURANTE EL SEGUNDO MES**

Al final de la cuarta semana, cuando el embrión posee aproximadamente 28 somitas los principales rasgos son las somitas y los arcos faríngeos, la edad del embrión se suele expresar en somitas. Durante el segundo mes del desarrollo, la edad del embrión se indica como su longitud cefalocaudal (LCC) y se expresa en milímetros. La longitud cefalocaudal es la distancia desde el vértice del cráneo hasta el punto medio entre los ápices de las nalgas. Durante el segundo mes, el aspecto externo del embrión cambia debido al aumento del tamaño de la cabeza y la formación de extremidades hacia el principio de la quinta semana, aparecen las yemas en forma de paletas correspondientes las extremidades superiores e inferiores.

## SEGUNDO MES



Durante el segundo mes, el aspecto externo del embrión cambia debido al aumento del tamaño de la cabeza y la formación de extremidades hacia el principio de la quinta semana, aparecen las yemas en forma de paletas correspondientes las extremidades superiores e inferiores

## TERCER MES AL NACIMIENTO: EL PERIODO FETAL Y LOS DEFECTOS

### CONGÉNITOS

#### **DESARROLLO DEL FETO**

Periodo fetal: desde el inicio de la 9na semana hasta al nacimiento.

Periodo de embarazo: 280 días (40 semanas) después del último período menstrual normal, o 266 días (38 semanas) después de la fecundación.

- Longitud cefalocaudal: altura sentado.
- Longitud vértice-talón: altura de pie.
- 3er, 4to y 5to mes: incremento de longitud
- Últimos dos meses: incremento de peso

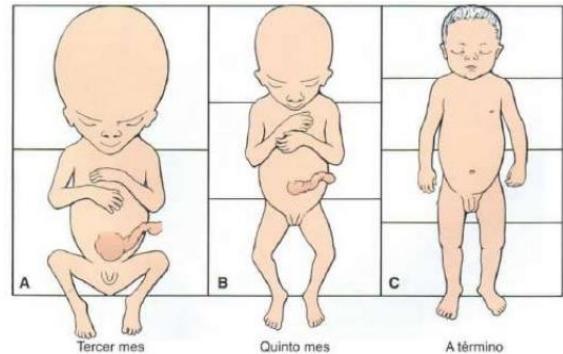
## CAMBIOS MENSUALES

Durante el periodo fetal, el crecimiento de la cabeza decrece,

Para el 3er mes, la mitad de la longitud cefalocaudal.

Para el 5to mes, un tercio de la longitud vértice-talón.

Para el nacimiento, una cuarta parte de la longitud vértice-talón.



Aparecen centros de osificación primarios en huesos largos y del cráneo.

- La cara toma un aspecto más humano
- Los ojos se sitúan al lado ventral
- Las orejas toman su posición final
- Las extremidades superiores tienen su tamaño relativo

4to y 5to mes:

- El feto se alarga rápidamente, a mediados del cuarto mes mide 15cm.
- El peso aumenta y al final del quinto mes es 500g.
- Presenta lanugo (pelo fino y suave) y pelo en las cejas y cabeza.
- Para el quinto mes, la madre puede sentir movimientos.

## SEGUNDA MITAD DE LA VIDA INTRAUTERINA

- Se añade el 50% del peso de término, alrededor de 3200g.
- A inicios del 6to mes, la piel tiene un color rojizo y aspecto arrugado.
- Para el sexto y séptimo mes, el feto tiene una longitud cefalocaudal de 25 cm y un peso de 1,100g. Tiene un 90% de probabilidades de sobrevivir.

## ÚLTIMO MES

El feto adquiere contornos redondeados y grasa subcutánea.

La piel está recubierta por una grasa blanqueada llamada vérnix caseosa o unto sebáceo compuesto por las glándulas sebáceas.

## NOVENO MES



### FINAL DEL NOVENO MES

Al nacer: Peso de 3000g a 3400g

Longitud cefalocaudal de 36 cm

Longitud vértice-talón de 50 cm

Rasgos sexuales pronunciados.

El cráneo posee mayor perímetro

**ANEXO J: MODELO DE EVALUACIÓN EMBRIOLOGÍA****EVALUACIÓN DE EMBRIOLOGÍA**

Seleccionar la respuesta correcta.

1. ¿Cuánto tiempo dura el periodo de ovulación?
  - a) 13 - 15
  - b) 14 - 16
  - c) 12 - 14
  
2. Capas del útero:
  - a) Endometrio, miometrio y folicular
  - b) Miometrio y perimetrio
  - c) Endometrio, miometrio y perimetrio
  - d) Perimetrio, folicular y poliferativa
  - e) Ninguna
  
3. Partes del blastocito en el día 8:
  - a) Citoplasto, Glándula uterina, Disco embrionario preliminar, Mesodermo extraembrionario y Sangre materna.
  - b) Amnio, Citoplasto, Glándula uterina, Disco embrionario preliminar, Mesodermo extraembrionario, Vesícula umbilical primitiva, Epitelio endometrial y Sangre materna.
  - c) Amnio, Citoplasto, Glándula uterina, Disco embrionario preliminar, Mesodermo extraembrionario y Vesícula umbilical primitiva.
  
4. En la formación de cordón de células solidas quienes intervienen:
  - a) Mesodermo intermedio, Mesodermo lateral, Mesodermo paraxial y Surco neural.
  - b) Mesodermo paraxial, Surco neural, Pliegue neural, Endodermo embrionario.
  - c) Mesodermo intermedio, Mesodermo lateral, Mesodermo paraxial, Surco neural y Pliegue neural.
  - d) Mesodermo intermedio, Mesodermo lateral, Mesodermo paraxial, Surco neural, Pliegue neural y Endodermo embrionario.

5. ¿Qué órganos y estructuras se originan en la capa germinal?
- El sistema nervioso central, El sistema nervioso periférico, El epitelio sensorial del oído, la nariz y el ojo.
  - La epidermis, el pelo y las uñas, Las glándulas subcutáneas.
  - Las glándulas mamarias, La hipófisis y El esmalte de los dientes
  - Todas las anteriores
6. Con que partes cuenta el embrión en la quinta semana:
- Estomodeo, Hígado, Conducto faríngeo, Estomago, Páncreas, vejiga urinaria y Asa intestinal.
  - Yema pulmonar, intestino posterior, Cloaca, Alantoides, Conducto vitelino, vesícula biliar, Bolsas faríngeas, Protuberancia cardiaca y membrana cloacal.
  - Todas las anteriores.
7. Periodo del embarazo.
- 270 – 290
  - 266 – 280
  - 250 – 270
  - 234 - 268

### Llenar los espacios vacíos

8. Las células de la adenohipófisis responden a los pulsos de la ..... y liberan las ..... y .....
9. Gastrulación donde se establecen las capas: ....., ..... y ..... del embrión.
10. .... proceso mediante el cual la placa neural forma el .....



**ANEXO K: MODELO DE EVALUACIÓN ANATOMÍA HUMANA****EVALUACIÓN ANATOMÍA HUMANA****CABEZA Y CUELLO**

Seleccione una respuesta para cada pregunta cada un vale 10 (Pts.)

1. Con que huesos se articulan el hueso cigomático
  - a. Frontal, temporal, maxilar y esfenoides.
  - b. Frontal, temporal, mandíbula y esfenoides
  - c. Maxilar, temporal y esfenoides.
  - d. Ninguna es correcta
2. En cuantas vistas se divide el Hueso Frontal y cuales son
  - a. En 2 (Visión superior, Visión frontal)
  - b. En 2(vista inferior, vista anterior)
  - c. En 3 (Cara externa, visión inferior, cara interna)
  - d. En 3 (Exocraneal, vista posterior, cara endocraneal)
3. El Hueso Esfenoides en sus partes cuales alas contiene
  - a. Ala mayor, ala media
  - b. Ala menor, ala superior
  - c. Ala mayor, ala menor
  - d. Todas son correctas
4. El hueso etmoides en vista lateral cuales partes son correctas
  - a. Crista galli, lamina orbitarias, hemiceldilla, apófisis uniforme, comete nasal medio.
  - b. Critas galli, hemiceldilla, lamina perpendicular, apófisis uniforme
  - c. Surco del seno sagital, fosa frontal, fosa orbitaria, agujero ciego
  - d. Ninguna es correcta
5. A que huesos pertenece las siguientes partes: doble línea, borde superior, borde inferior, borde posterior, borde inferior, doble línea temporal.
  - a. Hueso occipital
  - b. Hueso temporal
  - c. Hueso esfenoides
  - d. Hueso parietal

6. Cuáles son las sutúrales y huesos en las que se divide el cráneo
  - a. Frontal, canal vascular, Angulo posterosuperior
  - b. Frontal, bregma, sutura sagital, sutura lamboidea, occipital, parietal, sutura corona
  - c. Frontal, porción basilar, sutura sagital, fosa parietal, occipital, parietal, sutura corona
7. Cuáles son los huesos que conforman al cráneo
  - a. Hueso frontal, hueso parietal, hueso esenoide, hueso nasal, hueso lagrimal, hueso cigomático, maxilar, maxilar inferior, vómer, concha nasal inferior, hueso etmoides, hueso temporal, hueso esfenoides, hueso parietal.
  - b. Hueso frontal, hueso parietal, hueso esenoide, hueso nasal, hueso lagrimal, hueso cigomático, maxilar, maxilar inferior.
  - c. Hueso frontal, hueso parietal, hueso esenoide, hueso nasal, hueso lagrimal, hueso cigomático, maxilar, maxilar inferior, cara orbitaria, concha nasal inferior, lagrimal, hueso temporal, hueso esfenoides, hueso parietal.
  - d. Hueso frontal, hueso parietal, hueso esenoide, hueso nasal, hueso lagrimal, hueso cigomático, maxilar, mandíbula, hueso etmoides, hueso temporal, hueso esfenoides, hueso parietal.
8. Una de las siguientes si pertenece al hueso temporal
  - a. Vaina de la apófisis estiloides
  - b. Apófisis transversa del hueso palatino
  - c. Borde anterior del vómer
  - d. Lamina medial
  - e. Alas del vómer
9. Uno de los siguientes no es parte de hueso occipital
  - a. Cresta occipital externa
  - b. Plano occipital
  - c. Apófisis yugular
  - d. Fisura petrotimpánica
  - e. Porción basilar

10. De cuales huesos está constituido el cráneo óseo
- a. Hueso frontal, El etmoides
  - b. El esfenoides, El occipital
  - c. El occipital, Los huesos Temporales
  - d. Dos huesos Parietales
  - e. Todas son correctas

**ANEXO L: AVAL DE METODOLÓGICO****AVAL DE CONFORMIDAD**

La Paz – El Alto julio de 2020

Señor:

Ing. David Carlos Mamani Quispe

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Presente.

**Ref.: Aval de Conformidad**

Distinguido Ingeniero,

Mediante la presente tenemos a bien comunicarle nuestra conformidad de la tesis de grado "APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA ORIENTADA AL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE" CASO: CARRERA ODONTOLOGÍA. Que proponen las estudiantes postulantes Yhara Belen Silva Guzmán con cedula de identidad 9166064 LP. y Leyda Salet Ticona Flores con cedula de identidad 4930838 LP. Para su defensa publica, evolución correspondiente a la materia de Taller de Licenciatura II, de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba nuestros saludos cordiales.

Atentamente:



Ing. Enrique Flores Baltazar

**TUTOR METODOLÓGICO TALLER II**

**ANEXO M: AVAL DE ESPECIALISTA**

La Paz – El Alto julio de 2020

Señor:  
Ing. Enrique Flores Baltazar  
**TUTOR METODOLÓGICO TALLER II**  
Presente.

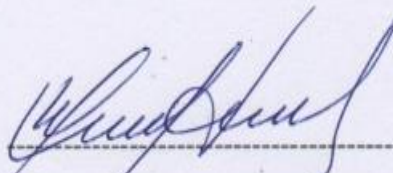
**Ref.: AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido Ingeniero.

Mediante la presente tenemos a bien comunicarle nuestra conformidad de la tesis de grado "APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA ORIENTADA AL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE" CASO: CARRERA ODONTOLOGÍA. Que proponen las estudiantes postulantes Yhara Belen Silva Guzmán con cedula de identidad 9166064 LP. y Leyda Salet Ticona Flores con cedula de identidad 4930838 LP. Para su defensa publica, evolución correspondiente a la materia de Taller de Licenciatura II, de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba nuestros saludos cordiales.

Atentamente:



Ing. Elías Carlos Hidalgo Mamani

**TUTOR ESPECIALISTA TALLER II**

**ANEXO N: AVAL DE REVISOR**

La Paz – El Alto julio de 2020

Señor:  
Ing. Enrique Flores Baltazar  
**TUTOR METODOLÓGICO TALLER II**  
Presente.

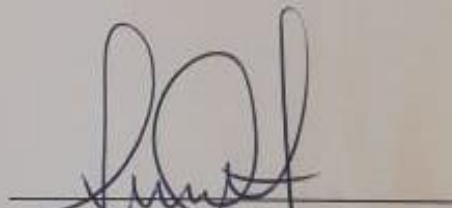
**Ref.: Aval de Conformidad**

Distinguido Ingeniero.

Mediante la presente tenemos a bien comunicarle nuestra conformidad de la tesis de grado "APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA ORIENTADA AL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE" CASO: CARRERA ODONTOLOGÍA Que proponen las estudiantes postulantes Yhara Belen Silva Guzmán con cedula de identidad 9166064 LP. y Leyda Salet Ticona Flores con cedula de identidad 4930838 LP. Para su defensa publica, evolución correspondiente a la materia de Taller de Licenciatura II, de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba nuestros saludos cordiales.

Atentamente:



Ing. Fanny Helen Pérez Mamani  
**TUTOR REVISOR TALLER II**

**ANEXO O: AVAL DE INSTITUCIÓN**

*Universidad Pública de El Alto*

AREA: CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA - ODONTOLOGIA

EL DIRECTOR DE LA CARRERA DE  
ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD  
PUBLICA DE EL ALTO, EN CUANTO  
PUEDE Y DERECHO LE CONFIERE  
OTORGA EL PRESENTE

### **AVAL INSTITUCIONAL**

Apreciados señores (as):

En mi calidad de DIRECTOR DE CARRERA, certifico que la institución ha otorgado el AVAL DE CONFORMIDAD a las estudiantes Yhara Belen Silva Guzmán identificada con CI.: 9166064 LP. y Leyda Salet Ticona Flores identificada con CI.: 4930838 LP., con su propuesta de Tesis de grado "APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA ORIENTADA AL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE".

Dicho aval implica que las estudiantes cuentan con la aceptación institucional y declaramos conocer y aceptar los términos establecidos, estando conformes con todas aquellas actividades que se desarrolló para la realización de la Tesis de Grado aplicado en la CARRERA DE ODONTOLOGIA en los estudiantes de PRIMER AÑO. Sin otro particular, reciba nuestros saludos cordiales.

Atentamente:

El Alto, julio 13 de 2020

Yhara Belen Silva Guzmán  
DIRECTOR  
CARRERA ODONTOLOGIA





---

# MANUAL DE USUARIO

---





# MANUAL DE USUARIO



# ARODT

A R O D O N T O L O G I A

AUTORES: YHARA BELEN SILVA GUZMAN  
LEYDA SALET TICONA FLORES

**ÍNDICE**

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>201</b>
<b>II.REQUISITOS .....</b>	<b>201</b>
<b>III.INSTALACIÓN .....</b>	<b>202</b>
<b>IV.USO DE LA APLICACIÓN ARODT .....</b>	<b>204</b>
<b>V.CONCLUSIÓN .....</b>	<b>210</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Aplicación en la memoria interna</i> .....	202
<b>Figura 2</b> <i>Preparando la aplicación ARODT</i> .....	202
<b>Figura 3</b> <i>Pregunta de instalación</i> .....	203
<b>Figura 4</b> <i>Finalización de instalación</i> .....	203
<b>Figura 5</b> <i>Aplicación instalada</i> .....	204
<b>Figura 6</b> <i>Interfaz de la aplicación ARODT</i> .....	204
<b>Figura 7</b> <i>Descripción de botones ayuda a usuario</i> .....	205
<b>Figura 8</b> <i>Información sobre la Aplicación</i> .....	205
<b>Figura 9</b> <i>Lista de Vistas de los Huesos de Anatomía Humana</i> .....	206
<b>Figura 10</b> <i>Escena de Realidad aumentada</i> .....	206
<b>Figura 11</b> <i>Escena de botón 3D</i> .....	207
<b>Figura 12</b> <i>Modelo 3D escalado, rotado y sin visualización de partes</i> .....	207
<b>Figura 13</b> <i>Escena de Animación</i> .....	208
<b>Figura 14</b> <i>Modelo 3D con Animación Activada</i> .....	208
<b>Figura 15</b> <i>Menú de figuras de embriología</i> .....	209
<b>Figura 16</b> <i>Visualización de modelo 3D con sus partes embriología</i> .....	209
<b>Figura 17</b> <i>Modelo 3D rotado, escalado y sin partes a visualizar, embriología</i> .....	210

## I. INTRODUCCIÓN

La educación en estos tiempos hace que constantemente se busque herramientas para una nueva enseñanza y aprendizaje. Especialmente la aplicación a dado una función a conocer las partes de anatomía humana (huesos de la cabeza) y embriología (la fecundación de ser un ser vivo). El uso de nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza y aprendizaje, facilita al estudiante como al docente.

En fechas recientes, el uso de teléfonos móviles inteligentes se ha incluido en las actividades cotidianas del día a día probando ser una herramienta muy útil. Por lo cual se aplicado una herramienta de orientada al proceso de enseñanza y aprendizaje para la carrera de odontología.

La aplicación que lleva como nombre ARODT fue diseñada como una herramienta para la enseñanza y aprendizaje para las materias Anatomía Humana y Embriología, donde los estudiantes puedan interactuar con la realidad aumentada, permitiendo ver sus características más importantes de cada tema en sus modelos 3D, mostrando su similitud más acertada a la vida real.

El documento proporciona detalles y funcionalidad para el uso correcto de la aplicación móvil, esto con la finalidad de brindar al usuario una herramienta que asegure el uso correcto de la aplicación

## II. REQUISITOS

Los requerimientos mínimos para que la aplicación **ARODT**, funcione correctamente, son los siguientes

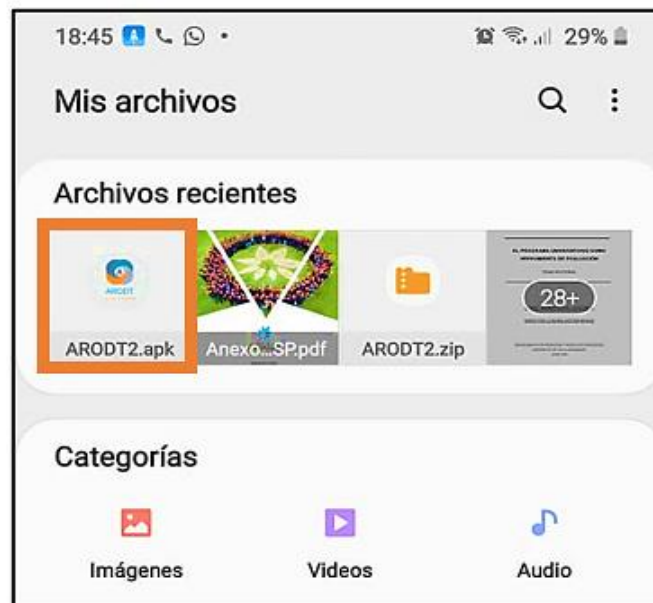
Sistema Operativo Android	8.1 para adelante
Memoria RAM	2 Gigabytes (GB)

Es fundamental que se siga estos requerimientos para su funcionamiento de la aplicación.

### III. INSTALACIÓN

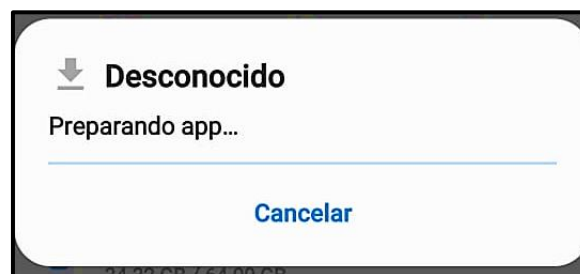
Una vez que se descargue o que se tenga en la memoria interna del celular la instalación de la misma es realizada de manera automática, solo se deberá conceder permisos como se muestra a continuación.

1. Primer paso: tener descargada la aplicación en el celular



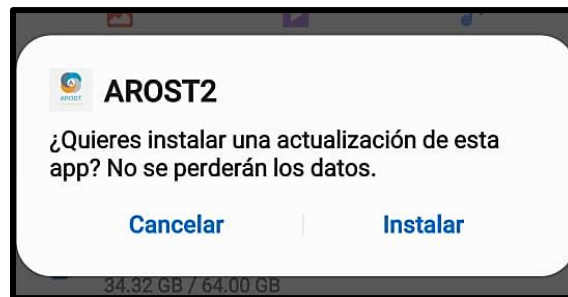
**Figura 1** Aplicación en la memoria interna

2. Segundo paso: Hacer clic en el icono de ARODT y hará la siguiente acción:



**Figura 2** Preparando la aplicación ARODT

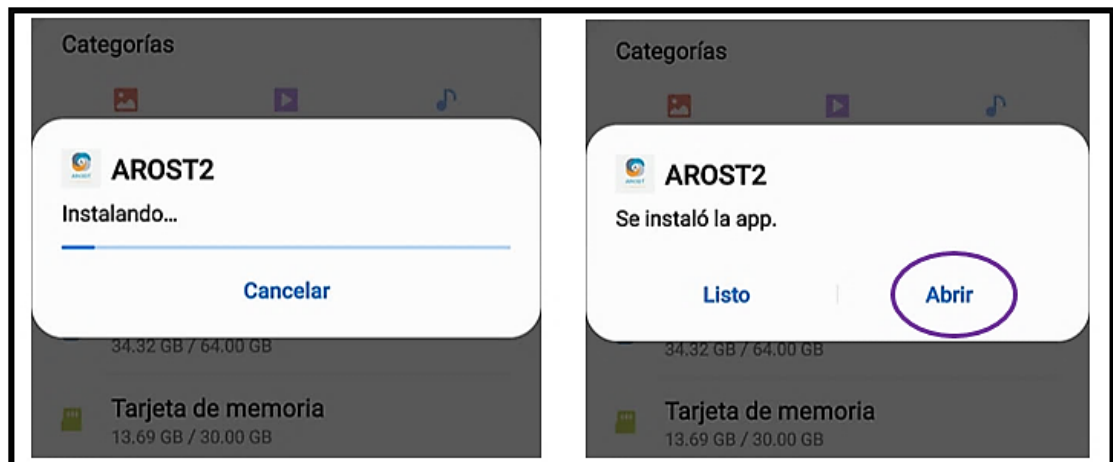
3. Tercer Paso: Aparecerá automáticamente después de preparar la app, esta pregunta de instalación como se mostrará a continuación:



**Figura 3** *Pregunta de instalación*

*Nota: No siempre puede decir las mismas palabras al momento de referirse a la pregunta, esto se da por la marca del celular.*

4. Cuarto paso: Después de presionar “Instalar” automáticamente se instalará. Después de finalizar su instalación hacer clic en “Abrir”



**Figura 4** *Finalización de instalación*

5. Quinto Paso: Finalmente después de hacer clic en “Abrir” aplicación **ARODT** se inicia automáticamente y después de iniciarse se realiza una última pregunta para su uso, permiso de la cámara y finalmente ya se tendrá instalada la aplicación.

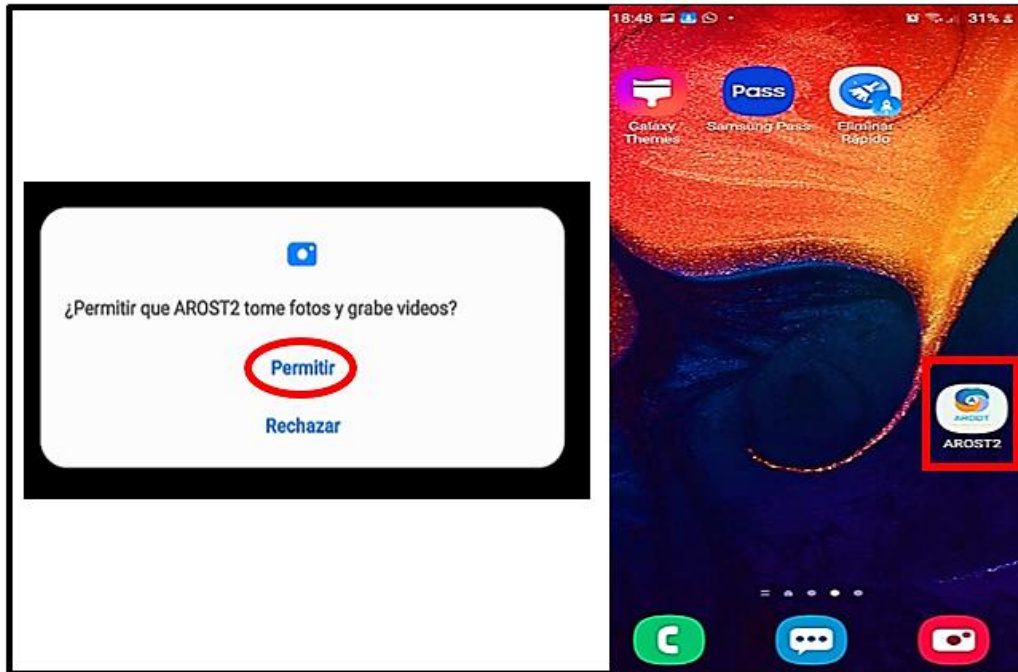


Figura 5 Aplicación instalada

#### IV. USO DE LA APLICACIÓN ARODT

Al ubicar el icono de la aplicación ARODT en el menú de aplicaciones o en la pantalla del móvil presionar sobre el icono para que inicie de manera automática y se mostrará a continuación, cada paso en orden como la figura 6:

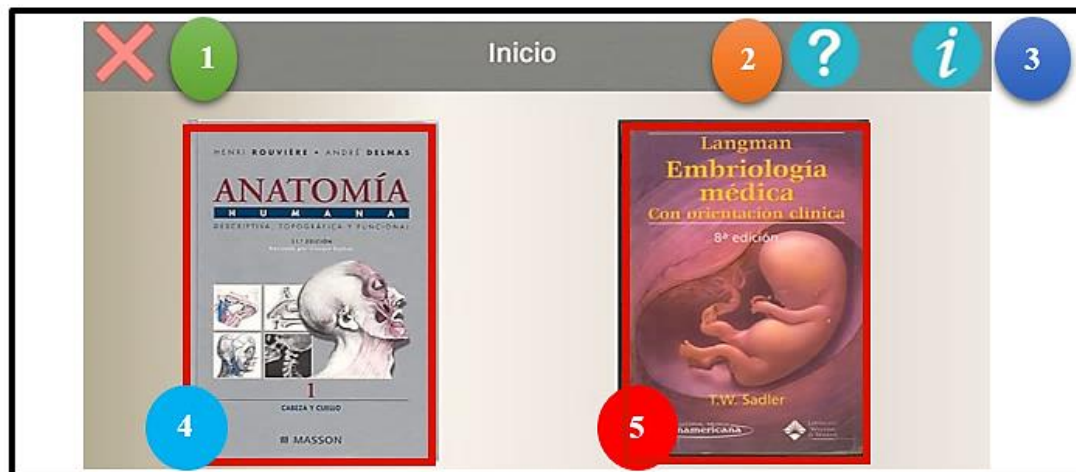



Figura 6 Interfaz de la aplicación ARODT

1. **SALIR:** Este icono  tiene como funcionalidad salir de la aplicación.

2. **AYUDA:** Este icono la  función que cumple es indicar al usuario el funcionamiento de la realidad aumentada y como manipulara los modelos 3D.

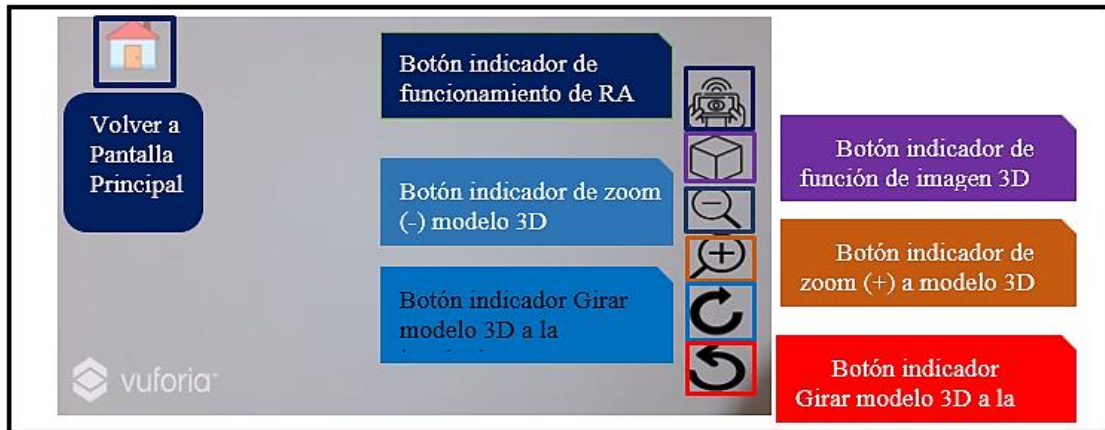


Figura 7 Descripción de botones ayuda a usuario

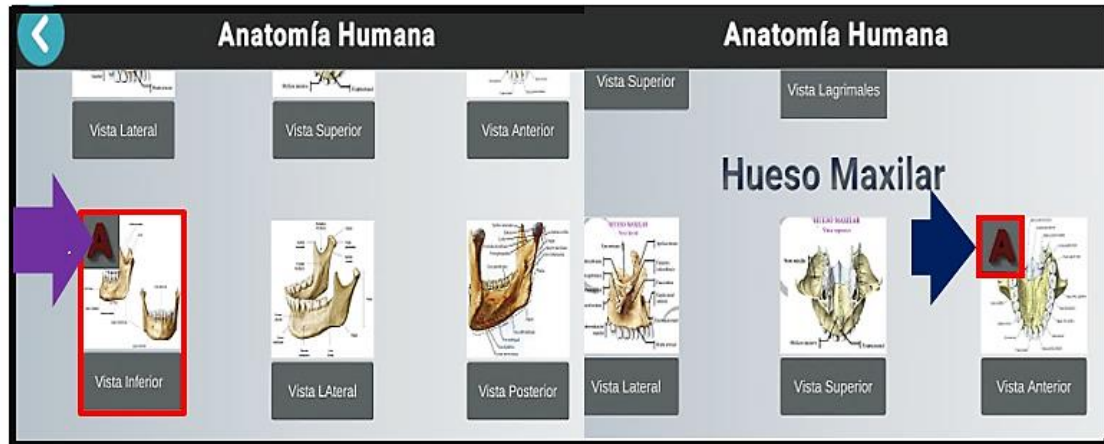
3. **INFORMACIÓN:** Este icono  contiene la información de la aplicación.



Figura 8 Información sobre la Aplicación

4. **CARTILLA ANATOMÍA HUMANA:** Al entrar a la opción de módulo de Anatomía Humana se visualizará una lista donde se puede deslizar hacia abajo contiene 33 botones con imagen de huesos de la cabeza humana, donde se escogerá la imagen que se desea probar, como se mostrará a continuación con un ejemplo.

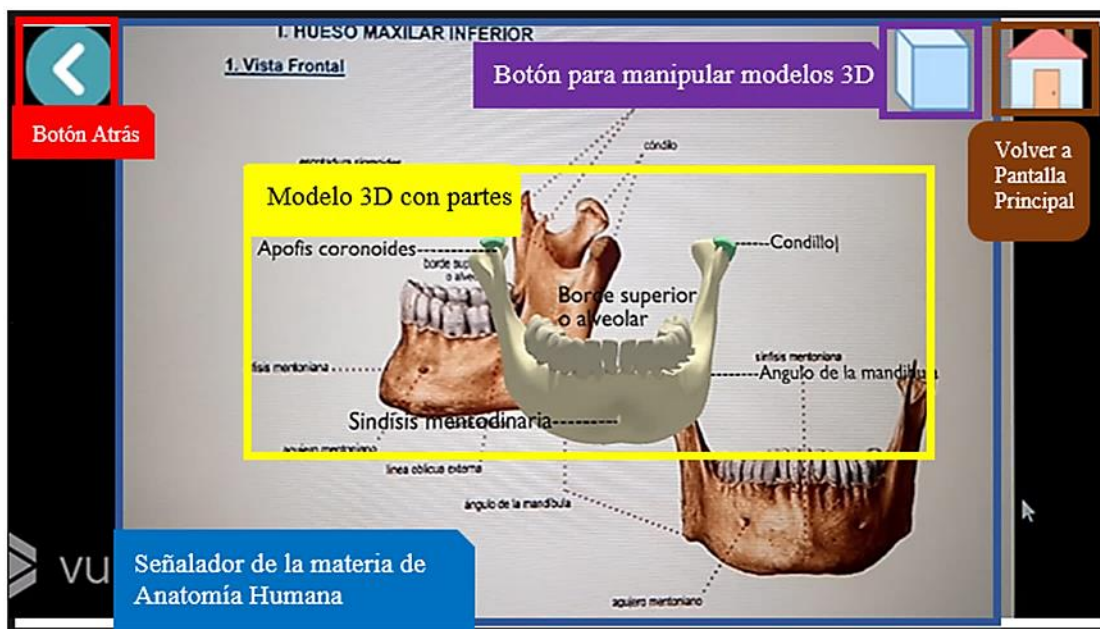





**Figura 9** Lista de Vistas de los Huesos de Anatomía Humana

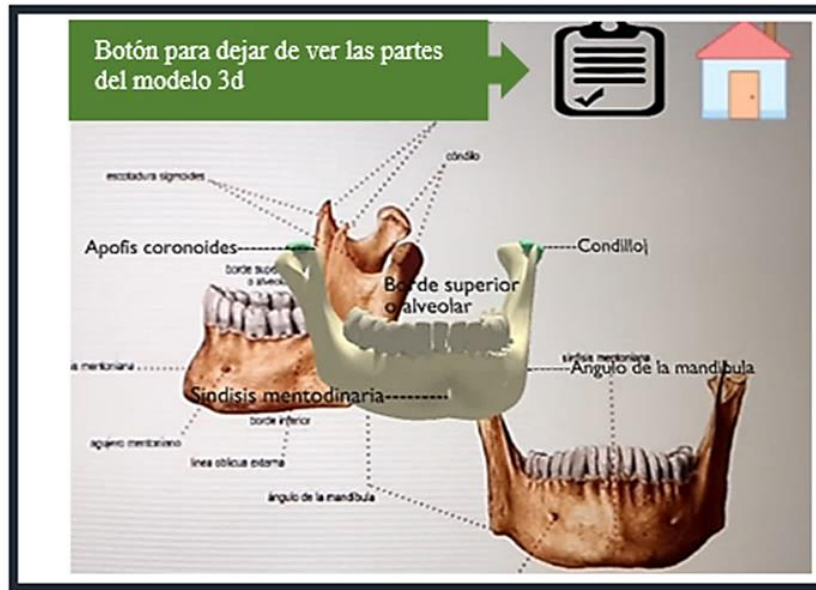
**A. FUNCIONALIDAD DE MODELOS 3D:** Después de escoger una vista pasará a la escena de visualización donde se pone el sensor y se enfoca con la cámara muestra el modelo 3D con sus partes respectivas de cada hueso.

Se especificará la función de cada botón.




**Figura 10** Escena de Realidad aumentada

**BOTON PARA LA MANIPULACIÓN DEL MODELO 3D:** En el momento de precionar el boton pasara  a una diferente escena como se mostrara a continuación:

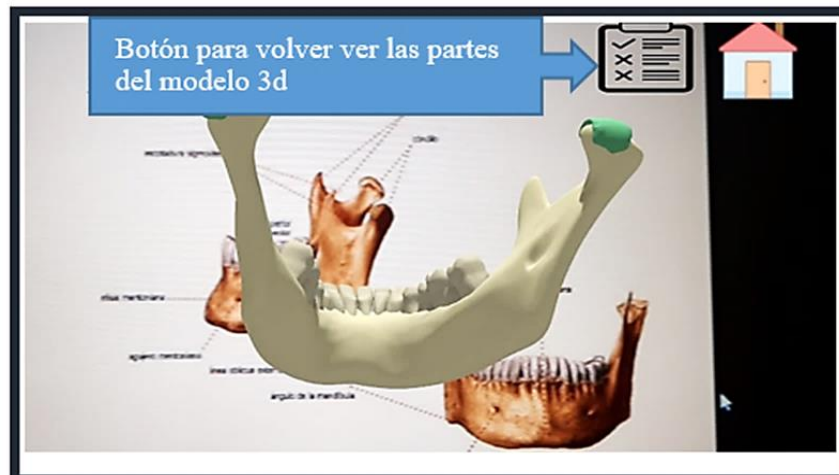


**Figura 11** Escena de botón 3D

### **BOTÓN PARA DEJAR DE VISUALIZAR LAS PARTES DE LOS MODELO 3D**


Se mostrará el mismo escenario, pero al momento de presionar el botón  desaparecerá las partes del hueso que se esté visualizando.


Como también en esta escena se puede manipular los modelos 3D, se puede girar el modelo como también la misma puede escalar como se visualizará en la siguiente *figura 12*.

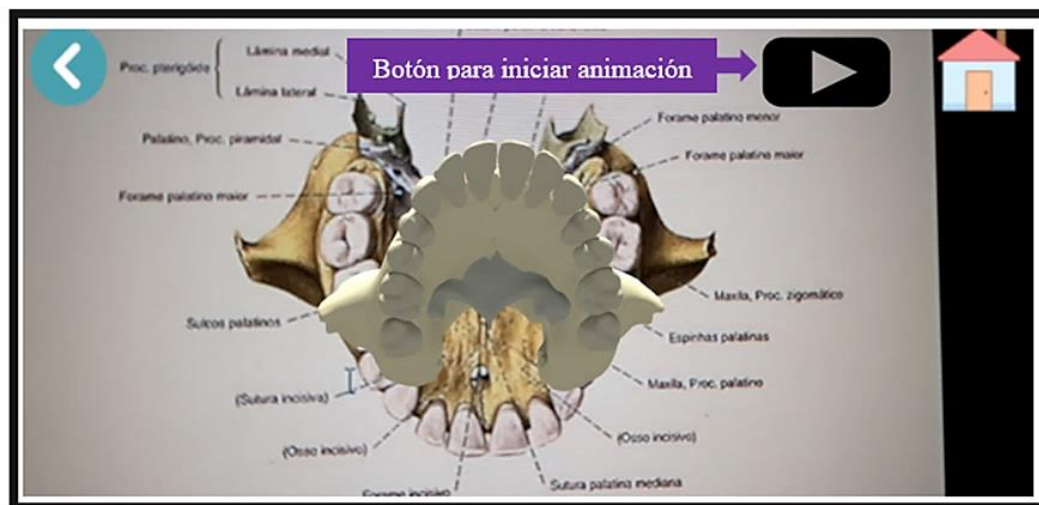


**Figura 12** Modelo 3D escalado, rotado y sin visualización de partes

## BOTÓN PARA VOLVER A VISUALIZAR LAS PARTES DE LOS MODELO 3D

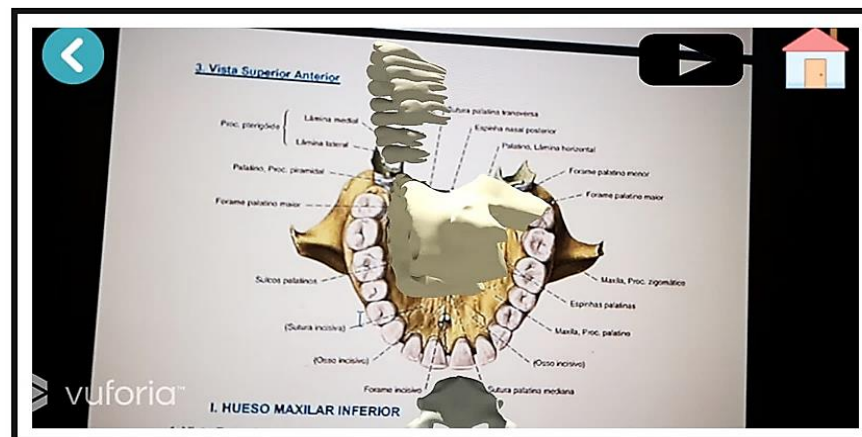
Se mostrará el mismo escenario, pero al momento de presionar el botón  aparecerán las partes del hueso que se esté visualizando.

**B. FUNCIONALIDAD BOTÓN DE ANIMACIÓN:** Después de escoger una vista que contenga animación, esto quiere decir que tenga este botón a  un lado superior de la imagen al presionarlo pasará a una escena de animación como se muestra a continuación.



**Figura 13** Escena de Animación

Al momento de presionar el botón de animación se activará la animación como a continuación de visualizar.



**Figura 14** Modelo 3D con Animación Activada

5. **CARTILLA EMBRIOLOGÍA:** Como se mostró anteriormente con anatomía humana y embriología tiene la misma funcionalidad contando así con 20 modelos de realidad aumentada al igual que anatomía humana contiene animación unas cuantas imágenes, a continuación, veremos modelos de embriología.

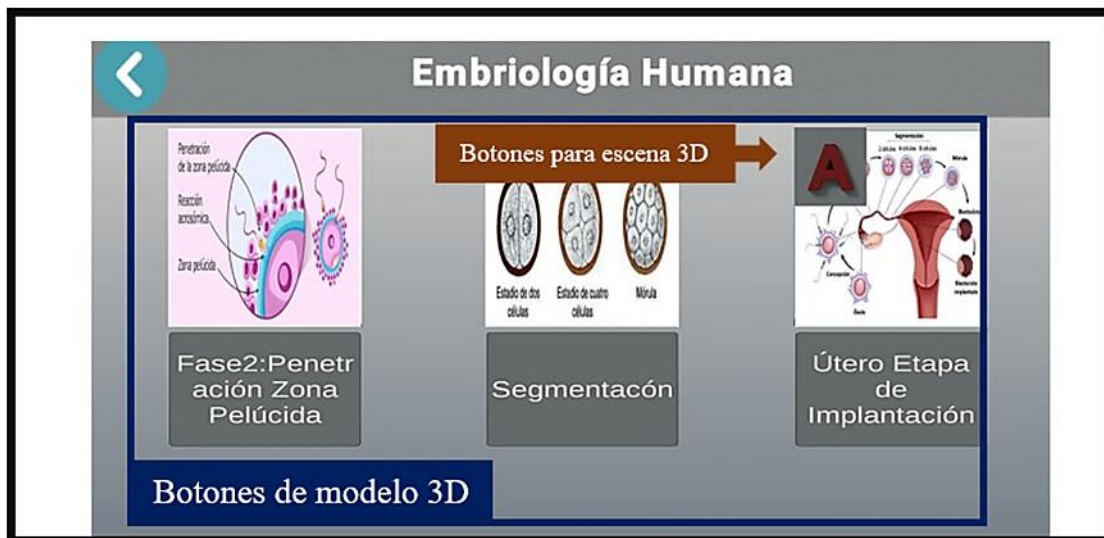


Figura 15 Menú de figuras de embriología

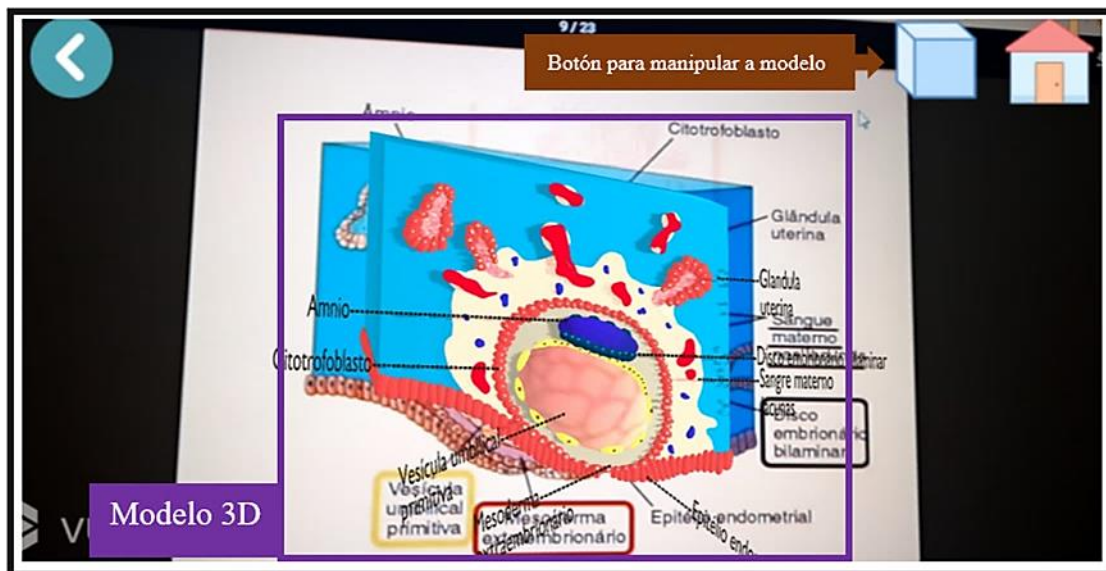
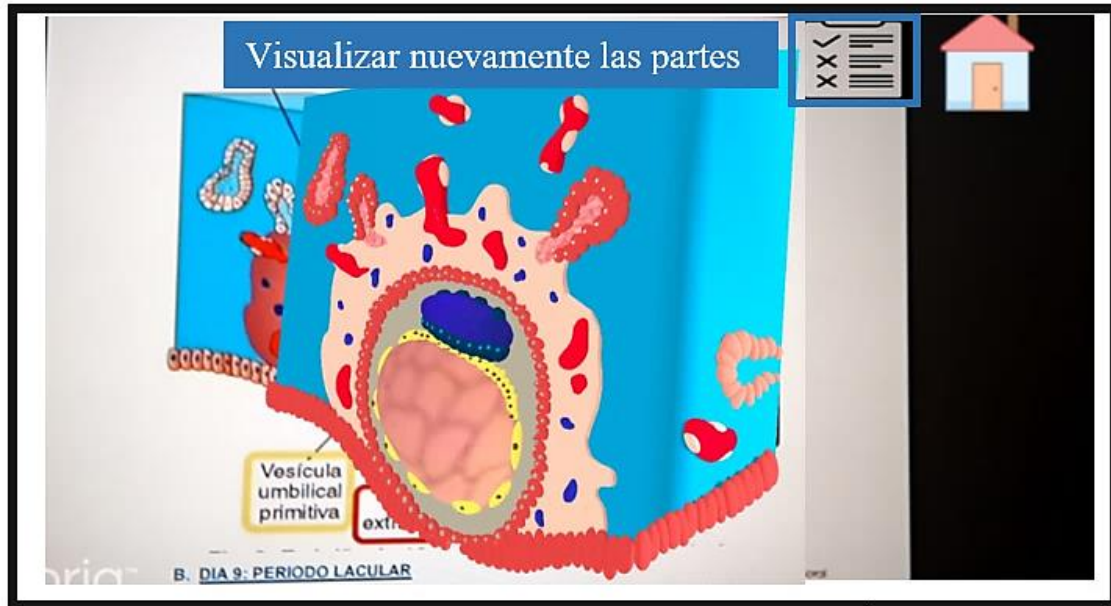


Figura 16 Visualización de modelo 3D con sus partes embriología



**Figura 17** Modelo 3D rotado, escalado y sin partes a visualizar, embriología

## V. CONCLUSIÓN

El éxito de una aplicación está en la sencillez que representa su uso, sin embargo, una vez que la aplicación cumpla con los requisitos requeridos, el éxito será como el usuario hará uso de ella.

Es por eso que te invitamos a ti como profesional a que le des una oportunidad a esta aplicación de que sea una herramienta de utilidad y que te facilite los labores que arduamente desempeñas día a día, cabe recalcar que esta aplicación se desarrolló para facilitar tus tareas, así mismo para el estudiante ayudando a mejorar la enseñanza y el aprendizaje.