

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMATICA



TESIS DE GRADO

**“MODELO DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA ETAPA DE
FISIOTERAPIA EN PACIENTES CON PARALISIS FACIAL”**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

POSTULANTE: VIVIANA ISABEL ROJAS RIVERO
TUTOR METODOLÓGICO: Mg. Sc. GROVER ALEX RODRIGUEZ RAMIREZ
ASESOR: Mg. Sc. CARLOS MULLISACA CHOQUE

LA PAZ – BOLIVIA

2018



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



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

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

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

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

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

DEDICATORIA

*El presente trabajo va dedicado a mi amada familia,
a mis amorosos padres Victor y Belivia por estar siempre a mi lado
y sacrificar cada fragmento de sus vidas para guiar y cuidar mi camino,
a mi hermano Joao Marcelo por hacerme reír en los momentos de profunda tristeza
y estar a mi lado cuando lo necesito.
Gracias por todo el apoyo, cariño y paciencia
Los amo.*

AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen por permitirme llegar hasta donde estoy a pesar de todos los difíciles obstáculos que a veces te pone la vida.

A mis padres que siempre velaron por mi educación y se esforzaron por apoyarme en cada etapa de mi vida.

Agradezco a mi tutor metodológico, M.Sc. Grover Alex Rodriguez Ramirez, por todos los conocimientos impartidos y por sus valiosos aportes que apoyaron a la conclusión del trabajo.

A mi revisor, M.Sc. Carlos Mullisaca Choque por haberme ayudado en la redacción y en las observaciones de mi tesis de grado, y por todo su tiempo y paciencia en la realización de este trabajo.

Ambos han hecho fácil lo difícil. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.

A toda mi familia, en especial a la familia que la vida te regala sin compartir ningún lazo sanguíneo, les agradezco por estar en los buenos y en los malos momentos, animándome a ir siempre adelante.

A mi querida tía Luisa, gracias por todo.

A todos los docentes de la Carrera de Informática, por inculcarme sus conocimientos, sabiduría y valores durante el transcurso de mi vida universitaria.

A todos mis amigos y amigas de la Carrera de Informática gracias por su amistad y su apoyo.

A todas las personas que de una u otra manera han sido fundamentales en mi vida profesional.

A todos decirles de todo corazón muchas gracias.

Viviana Isabel Rojas Rivero

INDICE GENERAL

CAPITULO I MARCO REFERENCIAL

1.1	INTRODUCCION	1
1.2	PROBLEMA.....	3
1.2.1	ANTECEDENTES	3
1.2.2	TRABAJOS SIMILARES.....	4
1.2.3	FORMULACION DEL PROBLEMA	5
1.3	OBJETIVOS	6
1.3.1	OBJETIVO GENERAL	6
1.3.2	OBJETIVO ESPECIFICO.....	6
1.4	HIPÓTESIS	6
1.5	JUSTIFICACIONES	6
1.5.1	JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	6
1.5.2	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	6
1.5.3	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	7
1.5.4	JUSTIFICACIÓN SOCIAL:	7
1.6	ALCANCES	7
1.7	METODOLOGIA	8
1.7.1	INGENIERÍA DEL SOFTWARE EDUCATIVO	8

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1	INGENIERÍA DE SOFTWARE	10
2.1.1	METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO.....	10
2.1.2	ETAPA CONCEPTUAL.....	11
2.1.3	ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL	13
2.1.4	PLAN DE ITERACIONES	14
2.1.5	DISEÑO COMPUTACIONAL.....	14

2.1.6	DESARROLLO.....	15
2.1.7	FASE DE DESPLIEGUE.....	16
2.2	TUTOR INTELIGENTE.....	17
2.2.1	ESTRUCTURA DE UN STI.....	18
2.2.1.1	MÓDULO EXPERTO	19
2.2.1.2	MÓDULO DEL ESTUDIANTE.....	19
2.2.1.3	MÓDULO DE ENSEÑANZA	20
2.2.1.4	INTERFAZ.....	21
2.3	AGENTES INTELIGENTES	22
2.3.1	¿QUÉ SON LOS AGENTES?.....	23
2.3.2	DIFERENCIA ENTRE AGENTES INTELIGENTES Y SOFTWARE CONVENCIONAL	24
2.3.3	¿CÓMO SE CARACTERIZA UN AGENTE?	24
2.3.4	ARQUITECTURA DEL AGENTE INTELIGENTE	27
2.3.4.1	ARQUITECTURA DELIBERATIVA	27
2.3.4.2	ARQUITECTURA BDI.....	28
2.3.5	TIPOS DE AGENTES	30
2.3.6	AGENTES INTELIGENTES SEGÚN SU FUNCIONAMIENTO BÁSICO	30
2.3.7	AGENTES INTELIGENTES SEGÚN SUS PRESTACIONES.....	31
2.4	REALIDAD AUMENTADA	32
2.4.1	CAPTACIÓN DE ESCENA:	32
2.4.2	IDENTIFICACIÓN DE ESCENA.....	34
2.4.3	ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	35
2.4.3.1	ELEMENTO CAPTURADOR	35
2.4.3.2	ELEMENTO DE SITUACIÓN	35
2.4.3.3	ELEMENTO PROCESADOR.....	35
2.4.3.4	ELEMENTO SOBRE EL CUAL PROYECTAR.....	36
2.4.4	VISUALIZACIÓN DE ESCENA	36

2.4.4.1	DISPOSITIVOS PARA EL DESARROLLO DE REALIDAD AUMENTADA	36
2.4.5	CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE REALIDAD AUMENTADA	37
2.4.5.1	SISTEMAS BASADOS EN EL RECONOCIMIENTO DE MARCAS	37
2.4.5.2	SISTEMAS BASADOS EN GEOLOCALIZACIÓN.....	37
2.4.5.3	SISTEMAS BASADAS EN EL RECONOCIMIENTO DE FORMAS.....	38
2.4.6	HERRAMIENTAS DE DESARROLLO PARA REALIDAD AUMENTADA	38
2.4.6.1	ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO.....	38
2.5	MODELO Y SISTEMA	39
2.5.1	MODELO	39
2.5.1.1	CARACTERÍSTICAS DE MODELOS.....	39
2.5.2	SISTEMA	40
2.5.2.1	TIPOS DE SISTEMAS	41
2.6	SISTEMAS OPERATIVOS MÓVILES:	41
2.6.1	¿QUE ES UN SISTEMA OPERATIVO MOVIL?	41
2.6.2	ANDROID.....	42
2.6.2.1	CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES ACTUALES.....	42
2.6.2.2	APLICACIONES	43
2.6.2.3	GOOGLE PLAY	44
2.6.3	iOS.....	44
2.6.4	BLACKBERRY OS:	45
2.6.5	WINDOWS PHONE OS:.....	45
2.7	PARALISIS FACIAL.....	46
2.7.1	ANATOMÍA DEL NERVIO FACIAL	46
2.7.2	FUNCIONES DEL NERVIO FACIAL:	46
2.7.3	¿QUÉ ES UNA PARÁLISIS FACIAL?	47
2.7.4	SÍNTOMAS DE LA PARÁLISIS FACIAL	48
2.7.5	CAUSAS DE PARÁLISIS FACIAL	49
2.7.6	PRINCIPALES TIPOS DE PARÁLISIS FACIAL.....	51

2.7.6.1	PARÁLISIS DE BELL:	51
2.7.6.2	PARÁLISIS FACIAL TRAUMÁTICA	53
2.7.7	TRATAMIENTO DE LA PARÁLISIS FACIAL CON FISIOTERAPIA.....	53
2.7.7.1	EJERCICIOS EN LA ETAPA DE FISIOTERAPIA	55

CAPITULO III DISEÑO METODOLOGICO

3.1	INTRODUCCION	58
3.2	DESARROLLO DEL MODELO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA MeISE	58
3.3	ETAPAS DE LA METODOLOGÍA INGENIERÍA DE SOFTWARE	60
3.3.1	ETAPA DE DEFINICIÓN	60
3.3.1.1	FASE CONCEPTUAL.....	61
3.3.1.2	FASE DE ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL	69
3.3.1.3	FASE DE PLAN DE ITERACIONES.....	73
3.3.2	ETAPA DE DESARROLLO.....	75
3.3.2.1	FASE COMPUTACIONAL	75
3.3.2.2	FASE DE DESARROLLO	78

CAPITULO IV EVALUACION DE RESULTADOS

4.1	INTRODUCCION	85
4.2	DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS	85

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	89
5.2	RECOMENDACIONES.....	89

FUENTES DE INFORMACION	91
ANEXOS	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de vida de La Metodología.....	11
Figura 2 Estructura de un sistema tutorial inteligente	18
Figura 3 Visión esquemática de un Agente Inteligente.....	23
Figura 4 Navaja suiza de Parunak representa los conceptos que puede integrar un agente	27
Figura 5 Arquitectura BDI.....	29
Figura 6 Taxonomía de la Realidad Mixta	32
Figura 7 Taxonomía de la Realidad Mixta	33
Figura 8 La Rama Témpero facial.....	47
Figura 9 Parálisis del nervio	48
Figura 10 Ejercicios en la etapa de fisioterapia.....	57
Figura 11 Representación gráfica de la metodología MeISE con la realidad aumentada y Tutor Inteligente	59
Figura 12 Modelo de Realidad Aumentada para la etapa de Fisioterapia en pacientes con Parálisis Facial	60
Figura 13 Modelo Instruccional	61
Figura 14 Diagrama de casos de Uso del Modelo	65
Figura 15 Caso de Uso del Proceso de la Realidad Aumentada.....	65
Figura 16 Arquitectura de Software	71
Figura 17 Algoritmo de Conocimiento.....	76
Figura 18 Diagrama para el boton Inicio.....	77
Figura 19 Diagrama Boton Informacion	77
Figura 20 Diagrama Boton Ejercicios	78
Figura 21 Diseño de marcador, según el tipo de Ejercicio.....	79
Figura 22 Target Manager, pagina web de Vuforia.....	80
Figura 23 Modelado de rostro en Blender	80
Figura 24 Creación de Realidad Aumentada.....	81
Figura 25 Script de la animación.....	82
Figura 26 APK Generada	82
Figura 27 Mockup de la pantalla de inicio	83
Figura 28 Mockup de menú principal.....	83

Figura 29 Mockup de la interfaz de realidad aumentada con el marcador.....	84
Figura 30 Mockup de la interfaz de realidad aumentada con el marcador 2.....	84
Figura 31 Resultados	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y Artefactos de la Fase Conceptual	12
Tabla 2 Actividades y Artefactos de la Fase de Análisis y Diseño Inicial.	13
Tabla 3 Actividades y Artefactos de la Fase del Plan de Iteraciones.	14
Tabla 4 Actividades y Artefactos de la Fase de Diseño Computacional.....	15
Tabla 5 Actividades y Artefactos de la Fase de Desarrollo.....	15
Tabla 6 Actividades y Artefactos de la Fase de Despliegue.....	16
Tabla 7 Entornos de desarrollo.....	38
Tabla 8 Causas de Parálisis facial	50
Tabla 9 Lista de riesgos	62
Tabla 10 Equipo de trabajo.....	63
Tabla 11 Cronograma de Actividades	63
Tabla 12 Modelo de Actores	64
Tabla 13 Descripción Caso de Uso (Iniciar Aplicación).....	66
Tabla 14 Descripción Caso de Uso (Brindar Información).....	66
Tabla 15 Descripción de Caso de uso(Visualizador de Modelos 3D).....	66
Tabla 16 Descripción Caso de Uso (Manejo Correcto).....	67
Tabla 17 Descripción Caso de Uso (Reconocimiento de Marcador)	68
Tabla 18 Descripción Caso de Uso (Activar Animación)	68
Tabla 19 Descripción de Módulos.....	69
Tabla 20 Subobjetivo 1.....	72
Tabla 21 Subobjetivo 2.....	72
Tabla 22 Subobjetivo 3.....	72
Tabla 23 Subobjetivo 4.....	73
Tabla 24 Iteración 1	74
Tabla 25 Iteración 2.....	74
Tabla 26 Iteración 3.....	74
Tabla 27 Orden de Iteraciones.....	75
Tabla 28 Calendario de Iteraciones	75
Tabla 29 Resultados del grupo experimental	85
Tabla 30 Resultados del grupo de control	86

RESUMEN

El presente trabajo va dirigido a las personas que padecen parálisis facial, ya que este padecimiento suele dejar secuelas permanentes si no es tratado correctamente.

Una persona con este padecimiento debe acudir al neurólogo y al fisioterapeuta de inmediato y precisamente en la etapa de fisioterapia se desarrollan diferentes ejercicios faciales que ayudan a la recuperación del nervio afectado y este es un método único y sugerido para la estimulación de los nervios ya que por el padecimiento se pierde total y parcialmente todos los movimientos y gestos que podemos realizar con el rostro que hasta el momento no se conocen los factores exactos que provocan el mismo.

En la actualidad vivimos en constante evolución es por eso que trabajaremos con la Realidad Aumentada para Desarrollar un modelo que ayude en los diferentes ejercicios que se realizan en la etapa de fisioterapia como tratamiento del padecimiento, este mismo ayudara a las personas para que puedan realizar los ejercicios fisioterapéuticos con la ayuda de un dispositivo móvil.

La realidad aumentada en los dispositivos móviles ha evolucionado tanto en los videos juegos, he incluso se está aplicando en diferentes campos de la tecnología para que el usuario interactúe con el contenido de la multimedia que presenta la realidad aumentada.

La presente tesis se utiliza la metodología ingeniería de software educativo (MeISE) propuesta por María Antonieta Abud Figueroa y se desarrolla el prototipo del modelo con la finalidad de construir un modelo de realidad aumentada para la etapa de fisioterapia en pacientes con parálisis facial, se realiza una aplicación que usa las herramientas Unity, la plataforma Vuforia que permite implementar la realidad aumentada y Blender para el modelado de objetos 3D, con esto se pretende ayudar a los pacientes con los ejercicios fisioterapéuticos en el tratamiento del padecimiento. La aplicación es desarrollada para dispositivos móviles de sistema Android.

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 INTRODUCCION

La parálisis es un síndrome agudo que afecta al nervio facial o séptimo par craneal produciendo debilidad parálisis temporal en la musculatura de la cara.

El nervio facial es uno de los 12 nervios que están unidos directamente con el cerebro. Es un nervio mixto y doble en la cara. Tiene como funciones el control de los movimientos de la musculatura de un lado de la cara, la sensibilidad del oído y la amortiguación de los sonidos fuertes, controla las lágrimas y saliva, el cierre y apertura del ojo y la parte anterior del gusto en la lengua.

Todo ello puede hacer que el paciente tenga una particular sensación de gravedad en relación con su padecimiento. El pronóstico en general suele ser favorable, ya que se ha visto que esta entidad puede remitir de forma espontánea en una gran proporción de casos. Sin embargo, también es posible que se desarrollen secuelas con un impacto significativo en el sujeto debido a su relevancia sobre la mímica facial. Algunas de las más importantes y frecuentes son las paresias de carácter permanente, las contracturas de la musculatura, las sincinesias o los espasmos hemifaciales.

El diagnóstico se basa en la clínica, asimetría facial, inmovilidad facial cuando se le pide al paciente que realice diferentes movimientos con la cara (levantar ceja, cerrar ojo, sonreír, etc.), lado de la cara afectado inexpresivo con desviación bucal y eliminación de los pliegues, ceja caída, y dificultad para comer.

El tratamiento de la parálisis facial puede incluir medicamentos y fisioterapia. La cirugía no suele ser opción en este tipo de afectación.

También depende de la causa, el medico puede remitirlo a un fisioterapeuta, a un logopeda o a un terapeuta ocupacional. Si la parálisis facial ocasionada por la parálisis de Bell dura más de 6

a 12 meses, se puede recomendar la cirugía plástica para mejorar el cierre del ojo y la apariencia facial.

En la fase de fisioterapia se realizan ejercicios faciales, estos deben practicarse frente a un espejo. Se deben de pedir siempre, aunque no exista aún contracción para acelerar la recuperación.

Cuando ya estamos en una etapa más avanzada debemos pedir al paciente que cuando realiza los ejercicios delante del espejo sean lo más simétricos posibles. El mismo puede provocar resistencia en contra del movimiento con su mano.

El uso de tecnología, es sacar provecho utilizando un software de gran capacidad en las distintas actividades a lo largo del tratamiento, como ser un tutor inteligente, el cual beneficiaría a una recuperación con los ejercicios faciales.

En la actualidad hay múltiples aplicaciones que se desarrollan para la tecnología de realidad aumentada en dispositivos móviles, en el área de educación, turismo, medicina y otros. La tecnología de realidad aumentada, consistente en la combinación de elementos virtuales con imágenes del mundo real.

La realidad aumentada mezcla información virtual de cualquier tipo, desde imágenes 2D, texto o figuras 3D, con un escenario físico real. La Realidad Aumentada (RA) es aquella que permite combinar dos mundos diferentes los cuales son el real y el virtual a través de dispositivos móviles, en este sentido y sin lugar a dudas la Realidad Aumentada aplicada en el proceso de promoción y difundir información ofrece extraordinarios beneficios permitiendo a todas las personas mayor interactividad, esta tecnología es llamativa a nivel visual, provoca curiosidad en cada usuario que utiliza es decir que interactúa.

La aplicación de realidad aumentada se realizará en dispositivos móviles, mostrará como el paciente en etapa de fisioterapia tendrá que realizar los ejercicios para estimular el nervio dañado.

1.2 PROBLEMA

1.2.1 ANTECEDENTES

Las causas de la parálisis facial suelen ser el daño o hinchazón del nervio facial, o daño en la zona del cerebro que envía las señales a los músculos de la cara. La parálisis facial más frecuente es la llamada parálisis de Bell, afectando al 40% de los casos y es idiopática. En segundo lugar, de importancia se encuentra la parálisis facial de origen traumático en un 25% de los casos. Después, le siguen las parálisis causadas por tumores, infecciones agudas y crónicas del oído, el virus herpes zoster, y por último enfermedades del organismo que pueden afectar de forma secundaria al nervio.

Los síntomas van a variar mucho de la persona y del alcance de la lesión del nervio. Pueden variar entre una parálisis débil a una parálisis total.

- Ausencia de movilidad voluntaria de los músculos de la mitad de la cara afectada, ocasionando la pérdida de expresión estando flácida y sin surcos.
- La boca estará caída hacia abajo y hacia el lado afectado.
- Dificultad para cerrar el ojo.
- Ausencia de lágrimas y saliva.
- Sequedad en ojos y boca.
- Ausencia de gusto en la parte anterior de la lengua del lado afectado.
- Dolor facial.
- Dolor en el oído con ruidos fuertes.
- Ausencia de sensibilidad en el conducto del oído.

Todos estos síntomas van a producir grandes problemas en la calidad de vida del paciente, como dificultad para comer y beber, dificultad para hablar y expresar sus emociones.

Un fisioterapeuta nos puede ayudar a disminuir dolor y estimular los músculos afectados, así como relajar la musculatura contraria donde suelen aparecer tensiones y pequeñas contracturas.

Las personas que sufren de parálisis facial deben hacer fisioterapia a diario, con este tratamiento se debe seguir una serie de ejercicios faciales por lo menos tres veces al día para estimular el movimiento de los nervios.

Pero esta rutina a veces no se realiza durante el día, no es realizada correctamente o no se realizan todos los ejercicios correspondientes.

1.2.2 TRABAJOS SIMILARES

Existe actualmente trabajos similares como Parálisis Facial, Facial Massage Tips Video, Lifting for Free, etc. Pero como sus mismos nombres lo muestran, están en un idioma diferente y solo muestran información esencial sobre la parálisis facial o te mandan a otras páginas con videos de los ejercicios fisioterapéuticos o a páginas web medicas donde puedes preguntar en un foro a médicos especialistas o compartir situaciones con pacientes que sufren del mismo padecimiento.

En la carrera de informática de la Universidad Mayor de San Andrés se pueden encontrar diversos proyectos y tesis de grado que se abocan al estudio de la realidad aumentada e inteligencia artificial en diferentes campos de estudio y en el ámbito de las aplicaciones existentes en la red que se pueden descargar a través de Playstore. Entre estas están las siguientes:

- “Creación de una aplicación de realidad aumentada web”

(Choque, 2013): Tesis de grado que hace la aplicación para la creación y apoyo didáctico de la revista del Centro de Investigaciones de Informática, concluyendo en la viabilidad de la aplicación de la realidad aumentada para artículos informativos.

- “Realidad aumentada en la virtualización de atractivos turísticos”

(Coaquira, 2014): Tesis de grado que aplica la realidad aumentada para la visualización de atractivos turísticos y su promoción, concluyendo de manera positiva en la viabilidad de la aplicación de la RA8 para la promoción de atractivos turísticos.

- “Aplicación de la realidad aumentada en el aprendizaje de la lectoescritura”

(Condori, 2015): Tesis de grado que aplica la realidad aumentada a la enseñanza a los niños de primaria, concluyendo de manera positiva la viabilidad de la realidad aumentada en la enseñanza de lectoescritura de los niños.

- “Control e información para la detección temprana del cáncer de mama mediante tecnología móvil”

(Velasco, 2016): Tesis de grado que aplica agentes inteligentes en los dispositivos móviles para personas que podrían padecer cáncer de mama empleando la técnica de Autoexploración Mamaria mediante Tecnología Móvil, concluyendo de manera positiva la viabilidad de la inteligencia artificial en los dispositivos móviles.

- “Paralísia Facial” Versión 1.1

(Luís Ramalho, 2015) Disponible en Play store, es una aplicación donde se encuentra información para ayudar con esta patología y ejercicios faciales que se pueden mantener en su hogar.

- “Facial Nerve Grading” Versión 1.4

(Jorge Pierre, 2017) Disponible en Play store, es una aplicación donde puedes observar la clasificación del nervio facial es ampliamente utilizado para caracterizar el grado de la función del nervio facial y proporcionar información reproducible.

- “Lifting For Free” Versión 1.2

(Android Galaxy Apps INC, 2014) Disponible en Play store, es una aplicación te guiará a trabajar sobre el músculo rostro múltiple que le ayudará a reducir las líneas y arrugas y mejorar el aspecto y la expresividad de la cara.

1.2.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

En función a los problemas planteados anteriormente surge la interrogante:

¿De qué manera se podrá ayudar a las personas que sufren parálisis facial en la etapa de fisioterapia con los ejercicios establecidos para que puedan mejorar el nervio afectado?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo basado en la realidad aumentada y agente inteligente destinada a dispositivos móviles, para ayudar a realizar los ejercicios fisioterapéuticos en las personas que sufren parálisis facial.

1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Diseñar una arquitectura para el funcionamiento de la aplicación con una interfaz simple y amigable.
- Representar y emular los ejercicios faciales en 3D con realidad aumentada.
- Mostrar pautas y consejos al momento de realizar los ejercicios fisioterapéuticos.
- Conocer las causas y/o percances que sufren los pacientes con parálisis facial.

1.4 HIPÓTESIS

La implementación de un modelo de una aplicación con realidad aumentada y agente inteligente ayuda con un 95% de nivel de confianza a los pacientes que sufren Parálisis Facial en la etapa de fisioterapia en el desarrollo de los diferentes ejercicios faciales para estimular el movimiento de los nervios afectados.

1.5 JUSTIFICACIONES

1.5.1 JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA

El presente trabajo de investigación se justifica de manera científica, debido que se integrará intereses médicos, fisioterapéuticos y la informática, que pueden ser estudiados y aplicados para la creación de más herramientas. Esta aplicación planteada permitirá que se pueda incrementar en el conocimiento del campo de agentes inteligentes, con ejercicios fisioterapéuticos para el beneficio de las personas que sufren parálisis facial.

1.5.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La justificación económica del presente trabajo se fundamenta en el hecho de que cuando una persona presenta parálisis facial debe realizar fisioterapia cada día pero los fines de semana no

puede acudir por que no son días laborales o cuando la persona ya ha recuperado algo de movimiento no es muy necesario seguir acudiendo a las terapias por lo tanto el trabajo a realizar será de utilidad en los pacientes con este padecimiento ya que ayudaría en su economía porque de alguna manera tratarían de realizar los ejercicios fisioterapéuticos en casa sin la necesidad de acudir al hospital, clínica u otro.

1.5.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El trabajo de investigación se justifica técnicamente ya que dota a agentes inteligentes y la realidad aumentada, que se destacará en el desarrollo de tecnologías llevadas a cabo a nivel mundial, según los estudios realizado por la ATT9, se estima que en Bolivia existen 13 millones de celulares, bastantes más que la población total; además dicho estudio hace una comparación con el año 2006 en el que solo dos de cada 10 personas tenían un celular (Cantidad de teléfonos celulares supera población de Bolivia, 2013).

Para la aplicación funcione, será necesario contar un Smartphone o una Tablet de gama media que tenga un sistema operativo Android 2.3.2 o superior. Es importante añadir que Android se encuentra en el 74,97% de dispositivos móviles en Bolivia.

1.5.4 JUSTIFICACIÓN SOCIAL:

El presente trabajo ayudará socialmente a las personas que padecen parálisis facial para realizar los ejercicios que el fisioterapeuta indica en la etapa de recuperación.

Los pacientes deben realizar los ejercicios faciales en casa también y de tres veces a mas por día, pero a veces no los realizan de manera correcta o se olvidan de hacerlo las veces necesarias, pero con la ayuda de un instructor inteligente, muchas de las personas se beneficiarán y tendrán buenos resultados y podrán tener una recuperación parcial o total dependiendo del caso de parálisis que padezcan.

1.6 ALCANCES

El alcance que se pretende lograr con el presente trabajo, es ayudar a las personas que sufren parálisis facial desarrollando los ejercicios fisioterapéuticos para que el movimiento afectado vuelva a tener movimiento.

No se va a implementar todo el software si no un prototipo que consiste en una aplicación con agentes inteligentes que incorpore una lista con los ejercicios fisioterapéuticos y la manera correcta de realizarlos y controlarlos en un dispositivo móvil.

1.7 METODOLOGIA

La construcción de software es el evento fundamental de la ingeniería de software. Los programadores trabajan construyendo e integrando programas a través de técnicas de codificación, validación y pruebas. Pero ese carácter esencial no minimiza fases tan cruciales como la planeación del proyecto, el análisis de requerimientos, el diseño y la gestión de la calidad.

1.7.1 INGENIERÍA DEL SOFTWARE EDUCATIVO

En el caso del software educativo igualmente deben tenerse en cuenta estas consideraciones. Pues como en todo proyecto de software, el ciclo de vida consiste en convertir los requerimientos planteados por los usuarios en un producto de software con funcionalidades específicas.

Puede definirse la ingeniería de software educativo como el estudio de métodos, modelos, técnicas y herramientas para el análisis, diseño, producción, implementación y evaluación de productos de software destinado a facilitar procesos de aprendizaje.

Abud (2009) propone una Metodología de Ingeniería de Software Educativo (MeISE) que comprende la definición de requisitos y un análisis y diseño preliminar. En esta etapa se determinan las características del producto de software esperado, los requisitos pedagógicos y de comunicación, la arquitectura tecnológica y el plan de iteraciones para alcanzar los objetivos didácticos del software.

El trabajo referenciado de Abud es valioso por cuanto alcanza a definir meticulosamente las actividades que deben cumplirse y los artefactos (hitos) esperados en cada una. Define estos artefactos de forma precisa, de manera que en el momento de aplicar la metodología los desarrolladores encuentran la ruta adecuada. De esta forma se crea una estructura formal para las fases conceptuales, de análisis y diseño inicial, de diseño computacional, de desarrollo y de

despliegue. Aparte de esto, propone unos instrumentos para los procesos de documentación y formalización de los procesos del ciclo de vida del software. (Parra, 2011)

Para el desarrollo del modelo usaremos Unity la cual es un motor de video Juegos que nos permite desarrollar aplicación 3D. La cual hace uso del lenguaje de programación CSharp C#, JavaScript y Boo. Pero en este caso aremos uso de C#. Ya que permite realizar la programación orientada a objetos P.O.O.

Pero esto no es todo lo que se usara para el desarrollo del simular también aremos uso de un software que permite realizar modelos en 3D. Que es Blender, la cual permitirá realizar todos los modelos 3D junto con su texturizado y la animación.



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 INGENIERÍA DE SOFTWARE

La ingeniería de software es el desarrollo, operación, mantenimiento del software de forma sistemática, disciplinada, cuantificadora, y el estudio de los métodos que se aplican para generarlo.

El término ingeniería de software fue utilizado por primera vez por Fritz Bauer en la primera conferencia sobre desarrollo de software patrocinada por el comité de Ciencia celebrada en Garnisch, Alemania, en octubre de 1968 y puede definirse según Alan Davis como “la aplicación inteligente de los principios probados, técnicas, lenguajes y herramientas para la creación y mantenimiento, dentro de un coste razonable, de software que satisfaga las necesidades de los usuarios”. (Coronel, 2017).

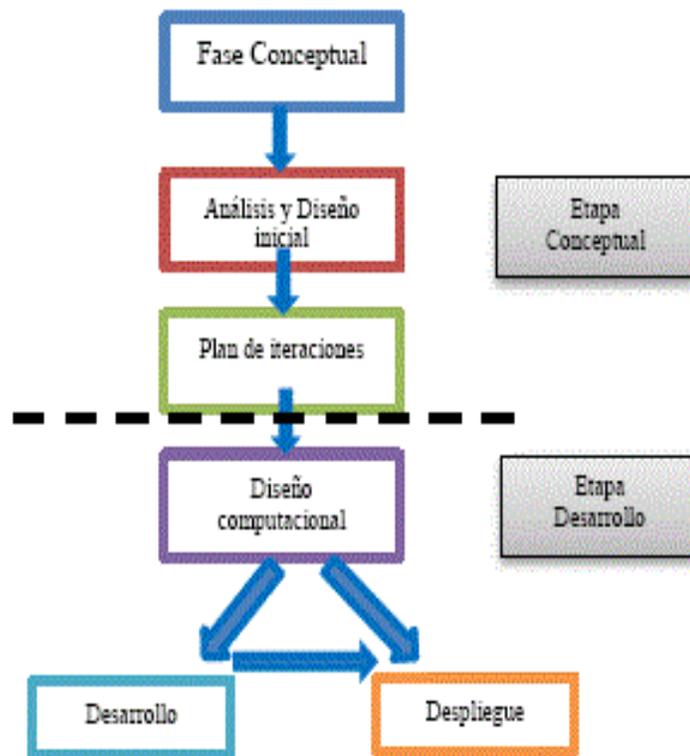
2.1.1 METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO

La Metodología de Ingeniería de Software Educativo (MeISE) propone un ciclo de vida dividido en dos etapas. En la primera etapa se contempla la definición de requisitos y el análisis y diseño preliminar, durante los cuales se determinan en forma global las características que se pretende alcanzar con el producto, los requisitos pedagógicos, de comunicación y la arquitectura sobre la cual se construirá el software, y se termina con un plan de iteraciones las cuales se programan teniendo cuidado de que el producto que se libera al término de cada una está didácticamente completo, es decir que cubre completamente algunos de los objetivos didácticos del software. Una vez establecidos estos lineamientos, inicia la segunda etapa, en la cual se procede a desarrollar el producto, de modo que el equipo toma cada iteración, la diseña, la construye, la prueba y la implementa, evaluando al final la conveniencia de proseguir con subsecuentes iteraciones hasta obtener un producto completo. (Abud, 2009).

Las fases propuestas para la etapa de definición son: la fase conceptual, durante la cual se identifican los requerimientos del sistema, se conforma el equipo de trabajo y se elabora el plan de desarrollo; la fase de análisis y diseño inicial, en la que se propone la arquitectura que servirá de base para la solución del problema y se establecen las características pedagógicas y de

comunicación que regirán el desarrollo del software; finalmente la fase de plan de iteraciones, en la cual se divide el proyecto en partes funcionales que permitan mejor control en su desarrollo. En la etapa de desarrollo se tienen: la fase de diseño computacional, en la que se realizará un diseño computacional detallado de un incremento específico del software; la fase de desarrollo, durante la cual se implementa la arquitectura en forma incremental (iteración por iteración); y la fase de despliegue, donde se realiza la transición del producto ejecutable al usuario final. Estas tres últimas etapas se repiten iterativamente para cada incremento del software. (Abud, 2009). El modelo se ilustra en la Figura 1.

Figura 1 Ciclo de vida de La Metodología
Fuente: Abud, 2009



2.1.2 ETAPA CONCEPTUAL

Esta etapa inicia con una investigación sobre los requerimientos que se cubrirán con el producto a desarrollar, delimitando su alcance. Se desarrolla el plan del proyecto, se evalúan riesgos y se

establecen los criterios de éxito. En la Tabla 1 se muestran las actividades a realizar y los artefactos que se generan en esta fase. (Abud, 2009).

Tabla 1 Actividades y Artefactos de la Fase Conceptual

Fuente: Abud, 2009

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Analizar las necesidades educativas	<p>Modelo instruccional (incluye temática a atender, objetivos, conocimientos previos, fuentes de información, modelo educativo a utilizar, elementos de motivación y formas de evaluación)</p> <p>Glosario (descripción de los términos)</p>
Revisar alternativas de solución	<p>Estudio de alternativas (establece las diferentes alternativas que se tienen para el desarrollo del software, se determina el tipo de modelo educativo y se justifica la elección)</p>
Elaborar un estudio de riesgos	<p>Lista de riesgos (establece los riesgos relativos al desarrollo y a los aspectos pedagógicos y la forma de atenderlos)</p>
Conformar del equipo de trabajo y el plan inicial de desarrollo	<p>Plan Inicial (se conforma el equipo de trabajo, se elabora la programación de actividades, se asignan responsables a cada una y se determinan los tiempos estimados para llevarlas a cabo)</p>
Identificar la funcionalidad que se pretende alcanzar con el software	<p>Modelo de actores (identifica los tipos de usuario que utilizarán el software y describe sus características)</p> <p>Modelo de casos de uso (establece un modelo general de las funciones que cubrirá el sistema a través de diagramas de casos de uso y su especificación)</p>

Establecer los criterios de medición de calidad del proceso, considerando aspectos tanto técnicos como pedagógicos	Modelo de aceptación (incluye las características mínimas que deben cumplirse para que el producto se acepte)
--	---

2.1.3 ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL

En la fase de análisis y diseño inicial se analiza el dominio del problema y se establece la arquitectura del sistema. En este punto se describen a detalle los requisitos del software y las características educativas y de comunicación que el producto debe contemplar. En la Tabla 2 se detallan estas actividades. (Abud, 2009).

Tabla 2 Actividades y Artefactos de la Fase de Análisis y Diseño Inicial.

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Identificar los requisitos funcionales y no funcionales que se cubrirán con el software	Modelo de requisitos (Se determinan los requisitos que debe cumplir el software en cuanto a funcionalidad, comunicación, interfaz y docencia.)
Establecer la arquitectura del software	Descripción de la arquitectura (establecer la arquitectura base sobre la cual se desarrollará el software; se debe considerar que dicha arquitectura sea capaz de atender adecuadamente las tareas de aprendizaje que se van a manejar)
Elaborar el diseño educativo	Modelo educativo (Se definen el objetivo terminal y los sub objetivos, y en base a éstos se establecen las tareas de aprendizaje apegadas al tipo de modelo educativo)
Elaborar el diseño de comunicación general del producto	Modelo de interfaz (diseño de las zonas de comunicación y pantallas que se seguirán a lo largo del desarrollo)

	<p>Modelo de navegación (diseño de los caminos de navegación generales que se presentarán al usuario)</p> <p>Prototipo de la interfaz de usuario (establecer las plantillas de diseño que se seguirán a lo largo del desarrollo)</p>
--	--

2.1.4 PLAN DE ITERACIONES

Una vez identificados los requisitos a cubrir con el software se procede a analizar cuántos subproductos funcionales pueden producirse de modo que se puedan liberar partes operativas del sistema final, con el objetivo de llevar un mejor control en el desarrollo. Una vez identificados los incrementos se priorizan y se colocan con mayor prioridad aquellos que cubren los conocimientos base. En la Tabla 3 se muestran los resultados de esta fase. (Abud, 2009).

*Tabla 3 Actividades y Artefactos de la Fase del Plan de Iteraciones.
Fuente: Abud, 2009*

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

2.1.5 DISEÑO COMPUTACIONAL

Para cada iteración se debe elaborar el diseño computacional detallado, de modo que sirva de base para el desarrollo. Los artefactos y actividades propios de este paso se muestran en la Tabla 4. (Abud, 2009).

*Tabla 4 Actividades y Artefactos de la Fase de Diseño Computacional.
Fuente: Abud, 2009*

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Realizar el plan de trabajo de la iteración	Plan de trabajo (se determinan las tareas que se realizarán en el diseño del software, se asignan a los miembros del equipo y se calendarizan)
Elaborar el diseño computacional	Modelo de diseño (detallar el diseño a través de diagramas de clases y secuencia, incluir la descripción de clases y métodos; para los desarrollos que requieren bases de datos, incluir la especificación de diccionario de datos y diagramas entidad relación.)
Refinar el diseño de navegación	Modelo de navegación refinado (diseñar los caminos de navegación específicos para la iteración en desarrollo)
Refinar prototipo de interfaz	Modelo de interfaz usuario (desarrollar las pantallas específicas para los elementos de la iteración en desarrollo)

2.1.6 DESARROLLO

Se desarrolla en esta fase el producto, implementando la arquitectura de manera que se obtiene una versión del software lista para que sea utilizada por los usuarios finales. En la Tabla 5 se incluyen sus elementos a detalle, (Abud, 2009).

*Tabla 5 Actividades y Artefactos de la Fase de Desarrollo.
Fuente: Abud, 2009*

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Desarrollar los Componentes	Modelo de desarrollo (Determinar los componentes a desarrollar y documentarlos.)

Probar los componentes	Modelo de pruebas unitarias (Realizar pruebas de los componentes contra los criterios previamente establecidos. Estas pruebas deben incluir las pruebas del diseño instruccional)
Integrar al desarrollo previo	Modelo de Integración (establecer un plan para incorporar el nuevo desarrollo a la liberación previa si es el caso)
Realizar pruebas de integración	Pruebas de integración (realizar pruebas para verificar que la incorporación del nuevo incremento no ha inducido fallas al sistema)

2.1.7 FASE DE DESPLIEGUE

En la fase de despliegue se realiza la transición del producto a los usuarios. Aquí se culmina con una versión ejecutable del producto. Las actividades y artefactos de esta fase se describen en la Tabla 6. Al finalizar esta etapa se evalúa la conveniencia de continuar los desarrollos, y en su caso regresar a la etapa de diseño computacional para continuar con el siguiente incremento. (Abud, 2009).

*Tabla 6 Actividades y Artefactos de la Fase de Despliegue.
Fuente: Abud, 2009*

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Entregar producto al usuario	Producto (Se debe entregar el producto debidamente empacado, etiquetado y con información sobre su contenido, aplicación, población objetivo y requerimientos de instalación) Manual de Usuario (Debe contener información detallada de cómo utilizar el software)

	Manual de Instalación (información de los requerimientos para su funcionamiento y procedimiento de instalación)
Evaluar las características de calidad y satisfacción de los usuarios	Aceptación del Usuario (realizar pruebas con los usuarios finales y comprobar su grado de satisfacción y efectividad del software)
Evaluar la conveniencia de continuar con otro incremento al producto	Evaluación de despliegue (analizar los resultados de la prueba de aceptación del usuario y determinar si es conveniente seguir con otra iteración.)

2.2 TUTOR INTELIGENTE

Un sistema tutor inteligente actúa como un tutor particular de un estudiante o persona que quiera obtener conocimiento de alguna materia o rama en particular, por lo que debe poseer libertad para actuar de acuerdo a las necesidades del estudiante o persona.

Por ese motivo se busca diseñar un sistema adaptable de acuerdo a los conocimientos previos y a la capacidad de evolución de cada persona y las concepciones epistemológicas que subyacen en las prácticas de enseñanza.

La aplicación de técnicas de IA (Inteligencia Artificial) en la Educación es un campo de investigación que se ha venido desarrollando ampliamente. En especial lo que se busca es crear sistemas de enseñanza asistida por computador con capacidades superiores, es decir, que sean inteligentes.

Un sistema tutor inteligente (STI) es un programa que posee un amplio conocimiento sobre cierta materia y su propósito es transmitir este conocimiento al estudiante mediante un proceso de enseñanza interactiva de forma individualizada. “Un STI intenta emular la manera en que un docente o profesor humano guiaría al alumno en su proceso de aprendizaje” (Millán, 2000).

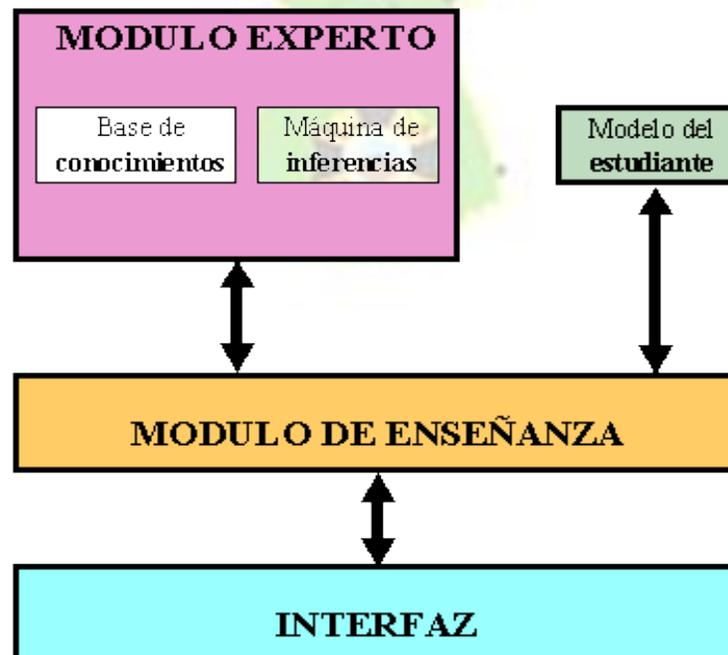
En el desarrollo y la implementación de un STI pueden llegar a converger muchas áreas de la Inteligencia Artificial con el fin de dar soporte a las diversas funcionalidades que debe tener el STI (González, 2004). Algunas de estas áreas son: la representación del conocimiento, el

diagnóstico, el modelado cognitivo, el procesamiento cualitativo, el modelado causal, la generación y procesamiento del lenguaje natural, etc. También puede llegar a ser necesario poseer conocimientos sobre el tema o la materia que se pretende enseñar (o colaborar con un experto para extraer este conocimiento), manejar conocimientos psicopedagógicos, diseñar interfaces y dominar las tecnologías multimedia.

2.2.1 ESTRUCTURA DE UN STI

La arquitectura básica de un STI se compone de un módulo experto, un módulo del alumno y un módulo tutor o instructor, que operan de forma cooperativa y se comunican a través de un módulo central que se suele denominar módulo entorno. El módulo experto contiene el conocimiento acerca de la materia o tema que se enseña, el módulo del alumno guarda toda la información relativa al mismo que se genera durante la interacción con el sistema y el módulo instructor maneja los planes y decisiones pedagógicas. Finalmente, el módulo entorno gestiona la interacción de los otros componentes del sistema y controla la interfaz hombre-máquina (ver Figura 2).

Figura 2 Estructura de un sistema tutorial inteligente



2.2.1.1 MÓDULO EXPERTO

El módulo experto consiste de un sistema experto que contiene el conocimiento al cual desea acceder el estudiante. Más bien es un modelo de los conocimientos y habilidades que han de ser enseñados.

En este módulo se cumplen las siguientes funciones:

- **Generación de preguntas, respuestas y descripciones:** en este sentido, el módulo actúa como fuente (base de conocimientos) del tema a enseñar.
- **Generación de soluciones y evaluaciones:** el módulo genera las soluciones posibles a los problemas planteados (máquina de inferencias), dando una pauta para la evaluación del desempeño del estudiante.

2.2.1.2 MÓDULO DEL ESTUDIANTE

Es una representación cualitativa aproximada o parcial del conocimiento del alumno sobre el dominio, que puede explicar total o parcialmente aspectos específicos del comportamiento del alumno. Es una representación cualitativa porque no es ni numérica ni física, sino que describe los objetos y los procesos en términos de relaciones espaciales, temporales y causales y se dice que es aproximado y posiblemente parcial porque el interés está más en la utilidad computacional que en la fidelidad cognitiva, (Self, 1990). Un modelo del alumno más preciso sólo es mejor si el esfuerzo computacional realizado para aumentar su precisión o completitud no es excesivo comparado con la ganancia pedagógica obtenida.

En la elaboración del modelo del estudiante se tienen que enfrentar los tres problemas siguientes:

- ✓ El reconocimiento de errores y malas interpretaciones.
- ✓ La interpretación del comportamiento del estudiante.
- ✓ Respuestas no confiables.

2.2.1.3 MÓDULO DE ENSEÑANZA

Las representaciones explícitas del conocimiento pedagógico permiten a los STI adaptar y mejorar sus estrategias en el tiempo. Un STI debe ser capaz de:

- Controlar el currículum (selección de material y orden de presentación).
- Responder las preguntas de los alumnos.
- Saber cuándo un alumno necesita ayuda y determinar qué tipo de ayuda necesita.

Para ello se definen las estrategias pedagógicas que a nivel global afectan el orden de presentación de los contenidos y a nivel local las decisiones sobre cuándo y cómo intervenir para proporcionar ayuda, explicaciones, enseñanza, preguntas o correcciones.

Al elegir entre estas estrategias de control cada dominio y cada alumno deben ser evaluados de forma independiente. De este modo, las estrategias de control pueden guardarse en el módulo de instrucción y ser seleccionadas de forma que también el tipo de instrucción que recibe el alumno sea individualizado.

A continuación, se desglosan los requisitos básicos que debe incluir un módulo de enseñanza ideal.

Módulo de enseñanza

Nivel Global: Planeación.

- Reconocimiento de submetas.
- Selección de tópicos.
- Elección de una secuencia de episodios de instrucción.
- Selección del nivel tutorial (elemental, avanzado, etc.).

Nivel Intermedio: Actividad individual.

- Selección de la siguiente actividad.
- Intervención en el proceso de aprendizaje.

- Suspensión de una actividad.

Nivel Local: Interacción.

- Selección del medio educativo.
- Explicaciones.
- Correcciones.
- Elección del lenguaje.
- Manejo de preguntas imprevistas.
- Guía para la ejecución de actividades.
- Selección de ejemplos.

En el cuadro anterior se reconocen tres niveles básicos en las estrategias de enseñanza. La lista parcial de actividades muestra la dificultad de la tarea pedagógica, ya que se carece de una especificación precisa de sus constituyentes básicos. Esto último hace que su tratamiento sea más complejo que el de la mayoría de los dominios de conocimiento sobre los que se aplica.

Más allá de los principios pedagógicos generales, en éste módulo se incluyen las estrategias de enseñanza directamente relacionadas con el dominio de conocimiento.

2.2.1.4 INTERFAZ

Específica y soporta las actividades del alumno y los métodos con los que se realizan dichas actividades. Los entornos deben ser amigables y dinámicos de forma que el alumno pierda el mínimo tiempo posible en aprender a utilizar el entorno y pueda centrar toda su atención en el proceso de aprendizaje.

En (Burton, 1988) se definen seis aspectos a tener en cuenta en el diseño del entorno:

- Aspectos del dominio que se desea representar.
- Nivel de abstracción de la representación.
- Fidelidad de la representación.
- Orden de presentación de los contenidos.
- Herramientas de corrección y ayuda.

- Nivel de control que ejercerá la herramienta.

El desarrollo de internet ha influenciado enormemente en el diseño de entornos e interfaces en los Sistemas Tutores Inteligentes. En efecto, las posibilidades se han visto multiplicadas con la aparición de las capacidades hipermedia y multimedia (Brusilovsky, 1999).

2.3 AGENTES INTELIGENTES

La tecnología para producir, almacenar y distribuir grandes cantidades de información es ya un hecho. Por ejemplo, en 1994 el número de páginas web que se podían consultar era aproximadamente 100.000. Dos años más tarde se encontraban disponibles alrededor de 30.000.000, mientras que hoy día existen 133.796.995 URLs.

La demanda de información ha experimentado también un crecimiento espectacular: en 1994 se realizaron 2.000.000 consultas al mes (*McBryan*, 1994), en 1996 (*AltaVista*) se pasó a 10.000.000 búsquedas diarias, mientras que 1998 la media es de 18.300.000 cada día. (Hipota, Vargas, 2009).

Pero el hecho de suministrar a los usuarios de la Red la capacidad de buscar no es suficiente, puesto que incluso los usuarios expertos necesitan ayuda para realizar búsquedas de forma adecuada. (Hipota, Vargas, 2009).

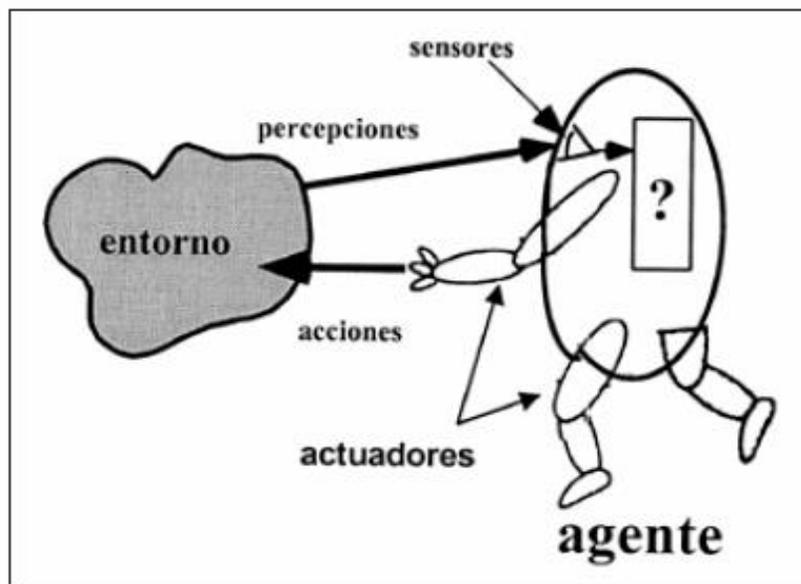
Cuando la recuperación en línea de la información daba sus primeros pasos, los usuarios contaban con un intermediario especialista en realizar búsquedas, a menudo familiarizado con el área de conocimiento que el usuario demandaba. Por medio de una entrevista el intermediario determinaba cuáles eran las necesidades de información de cada individuo, llevaba a cabo las consultas pertinentes y enviaba los resultados. Ahora, sin embargo, 19 millones de personas realizan sus propias consultas en línea desde su trabajo u hogar. (Hipota, Vargas, 2009).

La tecnología influye en la cantidad y tipo de información disponible, pero debe suministrar también los medios necesarios para hacer un uso efectivo de ésta. Los investigadores deberían desarrollar sistemas que permitan al usuario final buscar de forma efectiva. Éste es el objetivo de los agentes inteligentes para la información, independientemente de que se esté buscando en bases de datos referenciales, a texto completo, en una página web, etc. (Hipota, Vargas, 2009).

2.3.1 ¿QUÉ SON LOS AGENTES?

Hay numerosas definiciones de lo que es un agente, y ninguna ha sido aceptada plenamente por la comunidad científica pero probablemente la más simple es la de Russell, que dice – un agente es una entidad que percibe y actúa sobre su entorno. Ver Figura 3.

Figura 3 Visión esquemática de un Agente Inteligente
Fuente: (Wooldridge1995)



Si siguiendo esta definición se puede decir que se pueden caracterizar varios tipos de agentes de acuerdo a sus atributos (que son los que definen su comportamiento), (Botti, 1999) para resolver un determinado problema.

El origen por el cual la tecnología de los agentes inteligentes surge es por la necesidad de aplicarlos a los sistemas complejos, donde la aplicación de las técnicas existentes ha fracasado o es muy difícil de comprender o mantener.

En muchos de los casos, los agentes no son desarrollados de forma independiente sino como entidades que constituyen un sistema.

A un sistema que tiene varios agentes inteligentes se le llama sistema multiagente. Los agentes en este tipo de sistemas deben interactuar entre ellos.

Las interacciones más habituales son informar o consular otros agentes y esto les permite a los agentes “hablar” entre ellos, saber qué hace cada uno de ellos y razonar sobre el papel que juega cada uno en el sistema.

La comunicación entre agentes se realiza por medio del lenguaje ACL Agent Communication Language.

2.3.2 DIFERENCIA ENTRE AGENTES INTELIGENTES Y SOFTWARE CONVENCIONAL

Hay dos principales características que distinguen a los agentes inteligentes del desarrollo de software tradicional y estas son la inteligencia y la agencia.

La dimensión de inteligencia se refiere al grado en el cual la aplicación utiliza razonamiento, aprendizaje y otras técnicas para interpretar la información o conocimiento al cual tiene acceso.

Se puede decir que hay tres niveles de formas de inteligencia

- La forma más modesta de inteligencia permite al usuario expresar sus preferencias.
- Una forma intermedia podría formalizar un conjunto de reglas de razonamiento que, combinadas con conocimiento a corto y largo plazo, siguiendo un proceso de inferencia puede conducir a la toma de alguna acción.
- Y un nivel superior es la capacidad del agente de modificar su capacidad de razonamiento en la base nuevo conocimiento derivado de muchas fuentes, es decir, aprender.

La agencia es el grado en el cual el agente puede percibir su entorno y actuar en él.

Define al agente, en otras palabras, para que un programa sea un agente debe poseer autonomía, habilidad social, reactividad y proactividad.

2.3.3 ¿CÓMO SE CARACTERIZA UN AGENTE?

Un agente va a venir caracterizado por una serie de calificativos, los cuales vienen a denotar ciertas propiedades a cumplir por el agente. Esto lleva a plantear otra definición bastante

aceptada de agente donde se emplean tres calificativos que, según, el autor se considera básicos. Esta definición ve a un agente como un sistema de computación capaz de actuar de forma autónoma y flexible en un entorno (Figura 3).

- **Reactivo.** El agente es capaz de responder a cambios en el entorno en que se encuentra situado.
- **Pro-activo,** a su vez el agente debe ser capaz de intentar cumplir sus propios planes u objetivos.
- **Social,** debe de poder comunicarse con otros agentes mediante algún tipo de lenguaje de comunicación de agentes.

Como se ve en este caso, se ha identificado una serie de características o apellidos que de por sí debe tener un agente. Atendiendo a esta idea, para poder asociar a una herramienta el término «agente» debe ser capaz de cumplir los requerimientos anteriormente expuestos. Actualmente, un pequeño porcentaje del SW de propósito general existente se adapta a dicha definición. Aplicando estas características al agente de información de ejemplo: ¿sería reactivo? Se puede pensar que sí a juzgar por el hecho de que el agente debería reaccionar frente a los mandatos que le indicamos, además debe poder reaccionar frente a posibles eventos que le lleguen de la red. ¿Sería proactivo?, evidentemente que sí, un agente debería auto plantearse su curso de acción para poder realizar todas sus tareas adelantándose a las peticiones de su usuario.

Por último, se debe pensar si un este agente sería social. Esta característica desde punto de vista no sería básica en una definición general de agente, no obstante, sí que se puede claramente identificar una conducta social en nuestro ejemplo si se observa que debería poder comunicarse con infinidad de recursos en la red y, por qué no, con otros agentes existentes en la misma. Pero, en definitiva, ¿cuáles son las características básicas y de qué más características se dispone para poder calificar a un agente?

A continuación, se presentan algunas de las características que en la literatura se suelen atribuir a los agentes en mayor o menor grado para resolver problemas particulares y que han sido descritos por autores tales como Franklin y Graesser [Franklin1996], y Nwana[Nwana1996], éstas son:

- **Continuidad Temporal:** se considera un agente un proceso sin fin, ejecutándose continuamente y desarrollando su función.
- **Autonomía:** un agente es completamente autónomo si es capaz de actuar basándose en su experiencia. El agente es capaz de adaptarse, aunque el entorno cambie severamente. Por otra parte, una definición menos estricta de autonomía sería cuando el agente percibe el entorno.
- **Sociabilidad:** este atributo permite a un agente comunicarse con otros agentes o incluso con otras entidades.
- **Racionalidad:** el agente siempre realiza «lo correcto» a partir de los datos que percibe del entorno.
- **Reactividad:** un agente actúa como resultado de cambios en su entorno. En este caso, un agente percibe el entorno y esos cambios dirigen el comportamiento del agente.
- **Pro-actividad:** un agente es pro-activo cuando es capaz de controlar sus propios objetivos a pesar de cambios en el entorno.
- **Adaptabilidad:** está relacionado con el aprendizaje que un agente es capaz de realizar y si puede cambiar su comportamiento basándose en ese aprendizaje.
- **Movilidad:** capacidad de un agente de trasladarse a través de una red telemática.
- **Veracidad:** asunción de que un agente no comunica información falsa a propósito.
- **Benevolencia:** asunción de que un agente está dispuesto a ayudar a otros agentes si esto no entra en conflicto con sus propios objetivos.

No existe un consenso sobre el grado de importancia de cada una de estas propiedades para un agente. Sin embargo, se puede afirmar que estas propiedades son las que distinguen a los agentes de meros programas. Según se ha visto en la definición de Wooldridge, las características de autonomía, reactividad, pro-actividad y sociabilidad son las características básicas.

Se podría encontrar otras definiciones donde varían ligeramente las características a aplicar a un agente básico. Tal como indica el Dr. H. Van Dyke Parunak en su trabajo, un agente es como una navaja del ejército suizo en el que se puede ver la definición básica como sólo la navaja y en el que si se necesita algún accesorio más se le añade y, si no se necesita, no hay necesidad de acarrearlo con todos los accesorios (Figura 4).



Figura 4 Navaja suiza de Parunak representa los conceptos que puede integrar un agente

2.3.4 ARQUITECTURA DEL AGENTE INTELIGENTE

Una arquitectura permite descomponer un sistema computacional en componentes más pequeños y determinar cómo es la relación entre estos. Una arquitectura para agentes en particular permite descomponer un sistema de agentes, y determinar cómo deben interactuar entre ellos y con el ambiente.

Se distinguen dos arquitecturas diferentes que se clasifican según el modelo de razonamiento que utilizan. Arquitectura Deliberativa y la Arquitectura BDI, en esta última está basado la arquitectura del Agente de Información implementado en el prototipo (Corchado, 2005).

2.3.4.1 ARQUITECTURA DELIBERATIVA

Son aquellas arquitecturas que utilizan modelos de representación simbólica del conocimiento. Suelen estar basadas en la teoría clásica de planificación. El propósito de alcanzar los objetivos del agente. (Corchado, 2005).

Cuando se decide implementar una arquitectura deliberativa hay que buscar, en primer lugar, una descripción simbólica adecuada del problema, e integrarla en el agente, para que este pueda razonar y llevar a cabo las tareas encomendadas en el tiempo preestablecido. Aunque parece una cuestión trivial, debido a la complejidad de los algoritmos de manipulación simbólica, es un aspecto al que hay que prestar mucha atención, especialmente si se tiene en cuenta que los agentes se desenvuelven en dominios reales, en los que frecuentemente tienen que responder a los estímulos entiendo real. (Corchado, 2005).

2.3.4.2 ARQUITECTURA BDI

La arquitectura BDI (Belief, Desire, Intention) está caracterizada por el hecho de que los agentes que la implementan están dotados de los estados mentales de *Creencias*, *Deseos* e *Intenciones*. (Corchado, 2005).

Las nociones de complejidad y cambio tienen un gran impacto en la forma en que se construyen los sistemas computacionales y por tanto en los agentes. Los agentes y en particular los agentes BDI incorporan componentes que permiten el desarrollo de sistemas que se integren adecuadamente en el mundo real. Muchas de las aplicaciones de sistemas informáticos son algorítmicas y trabajan con información exacta. Pero la mayoría de las aplicaciones requieren sistemas más complejos, sistemas capaces de relacionarse con un entorno cambiante y con un cierto grado de incertidumbre.

Los agentes y los sistemas multiagentes tienen por tanto que ser capaces de proporcionar soluciones a este tipo de problemas. El modelo BDI se ha desarrollado para proporcionar soluciones en entornos dinámicos o inciertos, en los que el agente o los agentes sólo tienen una visión parcial del problema (el acceso a la información está limitado) y posiblemente manejen un número limitado de recursos (recursos informáticos finitos).

Las creencias, los deseos, las intenciones, y los planes son una parte fundamental del estado de ese tipo de sistemas. En el campo de la inteligencia artificial, las creencias representan el conocimiento que se tiene del entorno. Desde un punto de vista informático, son la forma de representar el estado del entorno, por ejemplo, el valor de una variable, los valores de una base de datos relacional, o expresiones simbólicas del cálculo de predicados. Las creencias son esenciales en esta arquitectura.

En medios dinámicos es necesario mantener información sobre los eventos pasados al mismo tiempo que se debe permitir su adaptación y evolución, por lo que una buena gestión de estos elementos es vital para construir agentes eficientes (Corchado, 2005).

Los deseos (objetivos) son otro componente esencial en esta arquitectura. Un objetivo puede simplemente ser el valor de una variable, un registro, o una expresión simbólica en alguna lógica. Un objetivo representa un estado final deseado.

El software convencional está “orientado a la tarea” en lugar de “al objetivo”, de forma que cada tarea (o subrutina) se ejecuta sin ningún recuerdo de por qué ha comenzado su ejecución. Por ejemplo, la razón de que un humano se recupere de, resuelva la pérdida de un tren o un pinchazo inesperado de la rueda de su coche, es porque conoce dónde está (a través de sus creencias) y recuerda qué quiere conseguir (a través de sus objetivos). La semántica fundamental de los objetivos se reflejaría en una lógica de los deseos. (Corchado, 2005).

Para alcanzar los objetivos propuestos, a partir de las creencias existentes es necesario definir un mecanismo de planificación que nos permita identificar las intenciones. En este sentido, tenemos que tener claro que los agentes están inmersos en sistemas dinámicos, en los que en ocasiones será necesario decidir si re planificar o no, ante cambios en el entorno, durante la ejecución del plan inicialmente seleccionado. Los adherentes a la teoría de la decisión clásica dicen que siempre se debería re planificar, mientras que los diseñadores de software convencional orientado a la tarea obligarían a continuar hasta el final con el plan inicialmente previsto, modelo de arquitectura que se observa en la Figura 5. (Corchado, 2005).

El sistema necesita comprometerse con los planes y sub objetivos, pero también ser capaz de reconsiderar éstos en los momentos clave. Estos planes vinculados a la consecución de un objetivo constituyen las intenciones del agente. Las intenciones son simplemente un conjunto de caminos de ejecución (“hebras”, en inglés *threads*) que pueden ser interrumpidos de una forma apropiada al recibir información acerca de cambios en el entorno. (Corchado, 2005).

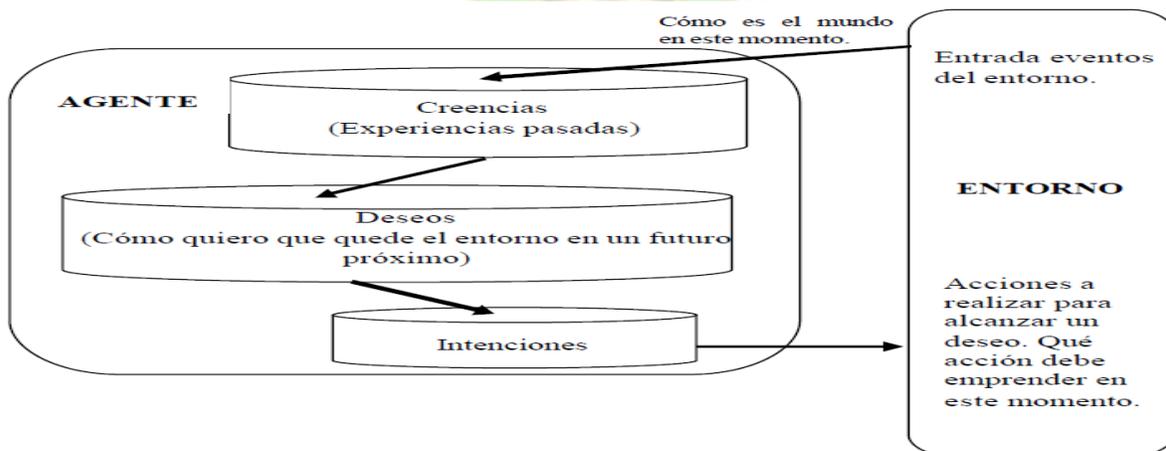


Figura 5 Arquitectura BDI
Fuente: (Corchado, 2005)

2.3.5 TIPOS DE AGENTES

Un agente dedicado a la recuperación de información debe poseer las propiedades que a continuación se describen: (Hipota, Vargas, 2009).

- *Autonomía*: actuar sin ningún tipo de intervención humana directa, y tener control sobre sus propios actos.
- *Sociabilidad*: comunicarse por medio de un lenguaje común con otros agentes, e incluso con los humanos.
- *Capacidad de reacción*: percibir su entorno, y reaccionar para adaptarse a él.
- *Iniciativa*: emprender las acciones para resolver un problema.

Una vez dicho esto; para la recuperación de la información, sino que simplemente nos referiremos a ellos como *agentes de información*.

Un agente tiene capacidad de proceso puesto que puede descomponer una consulta en subconsultas y asociar a los distintos términos resultantes. (Hipota, Vargas, 2009).

Su conocimiento del entorno le viene dado por su propio conocimiento y por el de otros agentes que se comunican con él (el conocimiento puede ser adquirido: del mismo usuario o de otros agentes con los que se encuentra mientras realiza una tarea determinada; y, una vez finalizado su trabajo: de aquellos lugares que ha visitado, así como de las direcciones de los agentes con los que se ha encontrado). (Hipota, Vargas, 2009).

En todo momento debería saber a qué información acceder o a qué otro agente dirigirse para obtenerla. Un agente puede tener también acceso a un dominio y/o información de un modelo, si se asocia con la estructura de éste. (Hipota, Vargas, 2009).

2.3.6 AGENTES INTELIGENTES SEGÚN SU FUNCIONAMIENTO BÁSICO

- **Cooperativos**. Se coordinan con otros agentes para conocer el entorno de información en el que se mueven. (De Melo, 2011).
- **Móviles**. Realizan las búsquedas basándose en la programación remota, de manera que se desplazan a través de los servidores, y ejecutan programas en éstos por orden de los usuarios. (De Melo, 2011).

Los agentes móviles son supervisados, para evitar la ejecución de programas que puedan ser *malware*, mediante pasillos de seguridad que controlan el flujo de agentes móviles y la ejecución de tareas. Un ejemplo de agente móvil es **Genmagic.com**. (De Melo, 2011).

2.3.7 AGENTES INTELIGENTES SEGÚN SUS PRESTACIONES

Agentes de búsqueda. Son agentes especializados en la búsqueda de datos, que realizan búsquedas conceptuales en base a los términos solicitados por los usuarios y las expanden añadiendo sinónimos o términos relacionados. Es el caso de **Alexa.com**. (De Melo, 2011).

Agentes de consulta. Realizan las consultas originando más agentes como respuesta las peticiones del usuario.

Éstos recogen información de las bases de datos, y si no consiguen la información solicitada, generarán nuevos agentes que ampliarán la búsqueda hasta obtener lo que busca el usuario. Un buen ejemplo es **Mata Hari**, que es un agente de consulta y también un agente inteligente de búsqueda. (De Melo, 2011)

Agentes de bases de datos. Son agentes especializados en hacer consultas en una base de datos concreta, que conocen la información almacenada en ella. (De Melo, 2011).

Es el caso de **Cientelle.net**, que concretamente es un gestor de billetes de avión, que busca en las bases de datos de las compañías aéreas los viajes que por su precio o por sus características puedan interesar más al consumidor. (De Melo, 2011).

Agentes de consulta de bases de datos. Son el resultado de la interacción de los dos anteriores. Un ejemplo es **Seidam**. (De Melo, 2011).

Agentes de usuario. Son agentes asociados a un individuo, a quien aportan información sobre las búsquedas de los usuarios. (De Melo, 2011).

Interfaces web. Son gestores de consulta capaces de almacenar conocimientos y procesar información incompleta o de alto nivel. El más importante es **Softbot**. (De Melo, 2011).

Compradores web o ShopBots. Son agentes que buscan información sobre productos en venta y comparan características y precios entre ellos para ofrecer al usuario los productos más adecuados a sus necesidades. (De Melo, 2011).

2.4 REALIDAD AUMENTADA

La Realidad Aumentada consiste en combinar, en tiempo real, información proveniente del mundo real con información proveniente del mundo virtual. Para entender mejor este concepto usaremos el Continuo de Milgram, el cual muestra los extremos de entorno real y entorno virtual y una línea de realidades mixtas (Salazar, 2013).



Figura 6 Taxonomía de la Realidad Mixta

Fuente: (Universidad de Federal do Espírito Santo (Brasil) / Universidad de Granada, 2016)

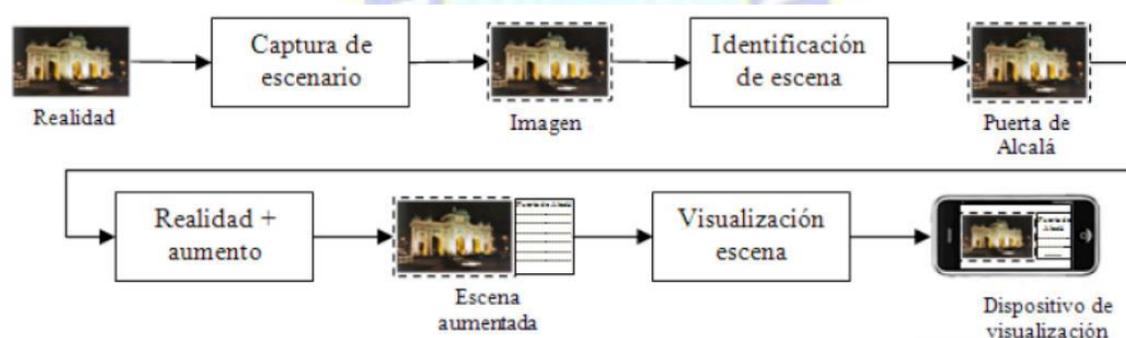
Como se puede observar en la Figura 6, podemos clasificar las realidades de acuerdo a la cantidad de objetos reales y virtuales que contengan. Al extremo izquierdo encontramos el entorno real, es decir está compuesto solo por objetos reales e incluye todo aquello que se encuentra en el mundo real y la persona lo puede ver directamente o a través de algún dispositivo. Al extremo derecho, en cambio, encontramos el entorno virtual, el cual consiste solo de elementos virtuales, como los son gráficos generados por computadora o simulaciones.

2.4.1 CAPTACIÓN DE ESCENA:

Estos dos extremos crean un ambiente de Realidades Mixtas, en donde objetos del entorno real y entorno virtual están presentes en una sola pantalla (Salazar, 2013).

A partir de esto entendemos que la Realidad Aumentada tiene más elementos del mundo real que son complementados con objetos virtuales, es decir tenemos un primer plano del mundo real que es complementado con objetos virtuales. En contraposición la Virtualidad Aumentada hace referencia a un primer plano o plano más importante virtual, complementado con elementos del mundo real.

Es importante definir las características básicas con la cuales debe contar un sistema de Realidad Aumentada y que ayudan a cerrar la definición sobre esta. Un sistema de Realidad Aumentada mezcla lo real y lo virtual, cuenta con interactividad en tiempo real y posee un registro tridimensional.



*Figura 7 Taxonomía de la Realidad Mixta
Fuente: (abril, 2004)*

Una de las tareas más importantes en cualquier sistema de realidad aumentada es la de identificar el escenario que se desea aumentar. En el caso de los sistemas que utilicen reconocimiento visual, es indispensable contar con algún mecanismo que permita recoger la escena para que pueda ser posteriormente procesada. En esta sección se analizan los diferentes tipos de dispositivos físicos que permiten captar dicho escenario. A grandes rasgos, según Abril (2004), estos dispositivos se pueden agrupar, principalmente, en dos conjuntos:

❖ **Dispositivos video-through:** Dentro de este grupo se encuentran aquellos dispositivos que realizan la captura de imágenes o video y que están aislados de los dispositivos de visualización. En este conjunto se encontrarían las cámaras de video o los terminales móviles (siempre y cuando tengan una cámara).

❖ **Dispositivos see-through:** Son los dispositivos que realizan tanto la tarea de capturar la escena real como de mostrarla con información aumentada al usuario. Estos dispositivos acostumbran a trabajar en tiempo real. Dentro de este grupo se encontrarían aquellos dispositivos conocidos como head-mounted. Cabe remarcar que estos dispositivos see-through llevan años siendo usados, por ejemplo, en los HUDs¹⁶ utilizados por los aviones de combate para mostrar información al piloto sobre altura, velocidad, identificación de blancos, y estado del sistema.

2.4.2 IDENTIFICACIÓN DE ESCENA

El proceso de identificación de escenas consiste en averiguar qué escenario físico real es el que el usuario quiere que se aumente con información digital (abril, 2004).

Según Gonzales (2011), los pasos para la identificación son:

❖ **Procesamiento:** consta de capturar la imagen y se la procede para que pierda ruido y esté preparada para su utilización.

❖ **Segmentación:** consiste en segmentar en partes e identificar qué zonas de la imagen son susceptibles a ser aumentadas. Este proceso puede ser tratado mediante diferentes enfoques para segmentar la imagen, entre ellos: la lectura de píxeles del mismo color, la búsqueda de píxeles relacionados y el reconocimiento de bordes. Para estos enfoques suelen usarse distintos filtros sobre las imágenes.

❖ **Representación y descripción:** una vez la imagen está correctamente segmentada, se debe realizar la descripción de las formas encontradas, por reconocimiento de patrones o por la comparación de píxeles, que es la manera más común para la descripción de las formas segmentadas.

❖ **Reconocimiento e interpretación:** una vez descritas, se debe hacer el reconocimiento de que imágenes tenemos, o que hemos obtenido del mundo real.

2.4.3 ELEMENTOS DEL SISTEMA

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

2.4.3.1 ELEMENTO CAPTURADOR

Es el encargado de captar la imagen del mundo real e ingresarla al programa que será el encargado de procesarla. Este elemento es una cámara que de acuerdo a la aplicación que se esté desarrollando debe contar con requisitos básicos para su buen funcionamiento. No es necesario que esté integrado con los demás elementos en una sola pieza de hardware (Salazar, 2013).

2.4.3.2 ELEMENTO DE SITUACIÓN

Son aquellos elementos que permiten posicionar la información virtual dentro de la realidad, por lo que cumplen una función importante dentro del sistema. Según Salazar (2013), podemos clasificarlos en los siguientes elementos:

❖ **Marcadores:** Los marcadores han sido uno de los elementos más usados para desarrollar aplicaciones basadas en Realidad Aumentada. Su uso supone una precarga de los marcadores potenciales a ser reconocidos, así mismo estos indicaran ubicación y posición del elemento virtual a mostrar por medio del elemento procesador.

❖ **GPS, brújula y acelerómetro:**

Por medio del GPS podemos conocer la ubicación; con la brújula la dirección a la cual está apuntando el dispositivo y con el acelerómetro la inclinación. Se puede agregar información virtual basada en geolocalización, es decir si se apunta con el elemento capturado hacia una ubicación donde está definido un elemento virtual este se mostrará en la pantalla.

2.4.3.3 ELEMENTO PROCESADOR

Será el programa el cual es capaz de interpretar los datos de entrada del elemento capturador así como los elementos de situación, procesar esta información del mundo real, crear la información

virtual y combinarlos de forma correcta. El elemento procesador debe contar con un módulo de reconocimiento de imágenes, orientación espacial y superposición de imágenes (Salazar, 2013).

2.4.3.4 ELEMENTO SOBRE EL CUAL PROYECTAR

Se necesita de un elemento en el cual se pueda mostrar el resultado de lo hecho por el elemento procesador; este resultado es la mezcla de lo capturado del entorno real con los elementos virtuales agregados. Este elemento puede variar de acuerdo al sistema que se esté desarrollando, puede ser desde la pantalla de un dispositivo móvil hasta un complejo HMD18 (Salazar, 2013).

2.4.4 VISUALIZACIÓN DE ESCENA

Dentro de los sistemas de realidad aumentada, el último proceso que se lleva a cabo, y quizás uno de los más importantes, es el de visualización de la escena real con la información que se añade a la misma. Sin este proceso, la realidad aumentada no tendría razón de ser (abril 2004).

2.4.4.1 DISPOSITIVOS PARA EL DESARROLLO DE REALIDAD AUMENTADA

Después de haber visto los elementos principales para un sistema de Realidad Aumentada, es importante ahondar un poco más en algunos dispositivos que engloban los elementos antes descritos y han sido de gran relevancia para el desarrollo de la Realidad Aumentada (Salazar, 2013).

- **Head-Mount Displays:**

Los HMD son dispositivos que se montan en la cabeza del usuario obligándolo a ver por una pantalla. Estos están conectados a una unidad de procesado, la cual envía la imagen al HMD y este la proyecta al usuario. Cuentan con una cámara que permite ver la perspectiva del usuario, así como detectores de movimiento que miden la posición y orientación de la cabeza. Podemos distinguir dos tipos de HMD: Opacos, estos encapsulan la cabeza del usuario, haciendo que este no pueda ver más allá de la pantalla del dispositivo. Semitransparentes, este tipo de HMD no obstruye completamente la visión del usuario, ya que cuenta con lentes semitransparentes, que permiten ver a través de ellos y a la misma vez mostrar imágenes virtuales que se superponen a las del entorno real.

- **Head-Up Display:**

Se considera un HUD19 cualquier objeto transparente que muestre información sobre él y además permita observar lo que hay detrás de este.

- **Dispositivos móviles:**

En el concepto de dispositivos móviles englobaremos tanto teléfonos móviles como tabletas. Estos son dispositivos que pueden ser transportados por el usuario fácilmente y cuentan con un procesador y una cámara. La cámara permitirá captar el escenario real, el procesador junto con los programas de Realidad Aumentada transformará esta información en imágenes reales y virtuales combinadas y la desplegarán sobre la pantalla del dispositivo.

2.4.5 CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE REALIDAD AUMENTADA

La clasificación que usaremos será tomando en cuenta según el método de obtener la información (Salazar, 2013).

2.4.5.1 SISTEMAS BASADOS EN EL RECONOCIMIENTO DE MARCAS

El marcador nos indicara el lugar donde se debe ubicar la imagen artificial que se debe superponer sobre el plano real. Así mismo este marcador hace referencia a la orientación e inclinación de la imagen virtual. Estos marcadores se almacenarán en una base de datos sea local o externa contra la cual se comparará con lo obtenido por la cámara con el objetivo de tener una coincidencia; cada marcador lleva asociado algún tipo de información para mostrar.

2.4.5.2 SISTEMAS BASADOS EN GEOLOCALIZACIÓN

Los sistemas basados en geolocalización utilizan GPS para obtener la posición geográfica del usuario, por medio del compás y el acelerómetro la orientación e inclinación del dispositivo; con esto sabe hacia el lugar que está apuntando la cámara. Las imágenes virtuales que se proyectan están basadas en coordenadas de tal manera que si el dispositivo está apuntando hacia estas coordenadas se mostrará la imagen virtual con información asociada.

2.4.5.3 SISTEMAS BASADAS EN EL RECONOCIMIENTO DE FORMAS

En este tipo de sistemas a diferencia de los basados en reconocimiento de marcas, ya no busca marcas determinadas sino formas conocidas. De igual manera lo captado por la cámara debe ser contrastado con una base de datos para tener una coincidencia de formas y poder mostrar la información asociada.

2.4.6 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO PARA REALIDAD AUMENTADA

2.4.6.1 ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO

Para poder desarrollar una aplicación es necesario contar con Entorno de Desarrollo Integrado, este es un programa el cual cuenta con un editor de código, compilador, depurador y un constructor de interfaz gráfica; estos pueden estar orientados a un lenguaje de programación o puede ser multilenguaje. En la Tabla 7 se muestra los IDEs recomendados para los Sistemas Operativos móviles previamente descritos.

*Tabla 7 Entornos de desarrollo
Fuente:(Salazar, 2013)*

Sistema Operativo	Entorno de Desarrollo
Android	Eclipse IDE
iOS	XCode IDE
Blackberry OS	Eclipse IDE
Windows Phone OS	Visual Studio IDE

2.5 MODELO Y SISTEMA

2.5.1 MODELO

“Los modelos son constructos diseñados por un observador que persigue identificar y mensurar relaciones sistémicas complejas. Todo sistema real tiene la posibilidad de ser representado en más de un modelo. La decisión, en este punto, depende tanto de los objetivos del modelador como de su capacidad para distinguir las relaciones relevantes con relación a tales objetivos. La esencia de la modelística sistémica es la simplificación. El meta modelo sistémico más conocido es el esquema input-output.” (Bertalanffy, 1968).

“Un modelo constituye una representación abstracta de un cierto aspecto de la realidad y tiene una estructura que está formada por los elementos que caracterizan el aspecto de la realidad modelada, y por las relaciones entre sus elementos. (Aracil, 1997)”. Finalidad de la construcción de modelos (Aracil, 1997):

- Medio para entender sistemas complejos.
- Ayuda a desarrollar teorías.
- Ayuda a describir el sistema.
- Conduce a hipótesis sobre la conducta del sistema.
- Sirven de medio para la experimentación

2.5.1.1 CARACTERÍSTICAS DE MODELOS

Las características de los modelos son las siguientes: (Arancil, 1997)

- Abstracto: Enfatiza los elementos importantes y oculta los irrelevantes
- Comprensible: Fácil de comprender por los observadores
- Preciso: Representa de forma fiel el sistema que modela
- Predictivo: Se pueden usar para deducir conclusiones sobre el sistema que modela
- Barato: Mucho más barato y sencillo de construir que el sistema que modela

Debido a las representaciones graficas usadas, los modelos son a menudo más comprensibles que las descripciones detalladas en lenguaje natural de los requerimientos del sistema. Ellos

constituyen también un puente importante entre en proceso de análisis y diseño. (Sommerville, 2005).

Pueden usarse modelos en el proceso de análisis para comprender el sistema existente que puede ser reemplazado o mejorado, o para especificar el nuevo sistema desde diferentes perspectivas. Por ejemplo (Sommerville, 2005):

- Una perspectiva externa, en la que se modela el contexto o entorno del sistema.
- Una perspectiva de comportamiento, en la que se modela el comportamiento del sistema.
- Una perspectiva estructural, en la que se modela la arquitectura del sistema o la estructura de los datos procesados por el sistema.

El aspecto más importante de un modelo del sistema es que omite los detalles. Un modelo del sistema es una abstracción del sistema que se está estudiando en lugar de una representación alternativa de ese sistema. Idealmente, una representación de un sistema debería mantener toda la información sobre la entidad que se está representando. Una abstracción simplifica y resalta de forma deliberada las características más relevantes.

2.5.2 SISTEMA

Sistemas (dinámica de) Según el libro de Bertalanffy, comprende una metodología para la construcción de modelos de sistemas sociales, que establece procedimientos y técnicas para el uso de lenguajes formalizados, considerando en esta clase a sistemas socioeconómicos, sociológicos y psicológicos, pudiendo aplicarse también sus técnicas a sistemas ecológicos. Esta tiene los siguientes pasos:

- Observación del comportamiento de un sistema real
- Identificación de los componentes y procesos fundamentales del mismo
- Identificación de las estructuras de retroalimentación que permiten explicar su comportamiento
- Construcción de un modelo formalizado sobre la base de la cuantificación de los atributos y sus relaciones
- Introducción del modelo en un computador
- Trabajo del modelo como modelo de simulación (Forrester).

Bertalanffy define sistema como “un conjunto de unidades recíprocamente relacionadas”. Es un conjunto ordenado de componentes o elementos interrelacionados, interdependientes e interactuantes, que tienen por finalidad el logro de objetivos determinados en un plan. (Cajizo, 1975).

2.5.2.1 TIPOS DE SISTEMAS

Según en el libro de Bertalanffy Ludwing von es:

- **Sistemas Físicos:** Es todo aquel que logramos ver y/o tocar, así como maquinaria, equipos, objetos, etc. Un ejemplo claro es el Hardware.
- **Sistemas Abstractos:** Es aquel tipo de sistemas que no percibimos con la mirada y el tacto, compuesto por planes, ideas, etc. El ejemplo podría ser el Software.
- **Sistemas Cerrados:** Se entiende como aquellos sistemas cuyo comportamiento es determinista y programado y que opera con muy pequeño intercambio de energía y materia con el ambiente. Un ejemplo son las máquinas.
- **Sistemas Abiertos:** Tiene una relación con el medio ambiente, en el cual se intercambia energía y materia, a través de entradas y salidas. Como las plantas.

2.6 SISTEMAS OPERATIVOS MÓVILES:

2.6.1 ¿QUE ES UN SISTEMA OPERATIVO MOVIL?

Partiendo de la definición de Sistema Operativo: Capa compleja entre el hardware y el usuario concebible también como una máquina virtual que facilita al usuario o al programador las herramientas e interfaces adecuadas para realizar sus tareas informáticas, abstrayéndose de los complicados procesos necesarios para llevarlas a cabo.

Un sistema operativo móvil, es un sistema que controla un dispositivo móvil, de la misma forma en que las computadoras utilizan un Windows o un Linux entre otros. Estos sistemas operativos móviles son mucho más simples que los que usan las computadoras y generalmente van enfocados a la conectividad inalámbrica, los formatos multimedia para móviles y la manera en que se introduce la información en ellos.

Existen múltiples opciones de sistemas operativos móviles pero las más reconocidas son Symbian, BlackBerry OS, Windows Mobile, iPhone OS, IOS y Android, pero el uso de uno u otro de los sistemas operativos es el que determina las capacidades multimedia de los dispositivos y la forma en como estas van a interactuar con el usuario.

2.6.2 ANDROID

Es un sistema operativo móvil basado en Linux, que junto con aplicaciones middleware está enfocado para ser utilizado en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tabletas, Google TV y otros dispositivos. Es desarrollado por la Open Handset Alliance, la cual es liderada por Google. Este sistema por lo general maneja aplicaciones como Google Play (Pedrozo, 2012).

Tiene una gran comunidad de desarrolladores escribiendo aplicaciones para extender la funcionalidad de los dispositivos. A la fecha, se han sobrepasado las 700.000 aplicaciones (de las cuales, dos tercios son gratuitas) disponibles para la tienda de aplicaciones oficial de Android: Google Play, sin tener en cuenta aplicaciones de otras tiendas no oficiales para Android, como pueden ser la App Store de Amazon o la tienda de aplicaciones Samsung Apps de Samsung. Google Play es la tienda de aplicaciones en línea administrada por Google, aunque existe la posibilidad de obtener software externamente. Los programas están escritos en el lenguaje de programación Java. No obstante, no es un sistema operativo libre de malware, aunque la mayoría de ello es descargada de sitios de terceros.

El anuncio del sistema Android se realizó el 5 de noviembre de 2007 junto con la creación de la Open Handset Alliance, un consorcio de 78 compañías de hardware, software y telecomunicaciones dedicadas al desarrollo de estándares abiertos para dispositivos móviles. Google liberó la mayoría del código de Android bajo la licencia Apache, una licencia libre y de código abierto.

2.6.2.1 CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES ACTUALES

ARQUITECTURA

Los componentes principales del sistema operativo de Android (cada sección se describe en detalle):

- Aplicaciones: las aplicaciones base incluyen un cliente de correo electrónico, programa de SMS, calendario, mapas, navegador, contactos y otros. Todas las aplicaciones están escritas en lenguaje de programación Java.
- Marco de trabajo de aplicaciones: los desarrolladores tienen acceso completo a los mismos APIs del framework usados por las aplicaciones base. La arquitectura está diseñada para simplificar la reutilización de componentes; cualquier aplicación puede publicar sus capacidades y cualquier otra aplicación puede luego hacer uso de esas capacidades (sujeto a reglas de seguridad del framework). Este mismo mecanismo permite que los componentes sean reemplazados por el usuario.
- Bibliotecas: Android incluye un conjunto de bibliotecas de C/C++ usadas por varios componentes del sistema. Estas características se exponen a los desarrolladores a través del marco de trabajo de aplicaciones de Android; algunas son: System C library (implementación biblioteca C estándar), bibliotecas de medios, bibliotecas de gráficos, 3D y SQLite, entre otras.
- Runtime de Android: Android incluye un set de bibliotecas base que proporcionan la mayor parte de las funciones disponibles en las bibliotecas base del lenguaje Java. Cada aplicación Android corre su propio proceso, con su propia instancia de la máquina virtual Dalvik. Dalvik ha sido escrito de forma que un dispositivo puede correr múltiples máquinas virtuales de forma eficiente. Dalvik ejecuta archivos en el formato Dalvik Executable (.dex), el cual está optimizado para memoria mínima. La Máquina Virtual está basada en registros y corre clases compiladas por el compilador de Java que han sido transformadas al formato .dex por la herramienta incluida "dx".
- Núcleo Linux: Android depende de Linux para los servicios base del sistema como seguridad, gestión de memoria, gestión de procesos, pila de red y modelo de controladores.
- El núcleo también actúa como una capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software.

2.6.2.2 APLICACIONES

Las aplicaciones se desarrollan habitualmente en el lenguaje Java con Android Software Development Kit (Android SDK), pero están disponibles otras herramientas de desarrollo,

incluyendo un Kit de Desarrollo Nativo para aplicaciones o extensiones en C o C++, Google App Inventor, un entorno visual para programadores novatos y varios cruz aplicaciones de la plataforma web móvil marcos. Y también es posible usar las librerías Qt gracias al proyecto Necessitas SDK. (Pedrozo, 2012).

El desarrollo de aplicaciones para Android no requiere aprender lenguajes complejos de programación. Todo lo que se necesita es un conocimiento aceptable de Java y estar en posesión del kit de desarrollo de software o «SDK» provisto por Google el cual se puede descargar gratuitamente.

Todas las aplicaciones están comprimidas en formato APK, que se pueden instalar sin dificultad desde cualquier explorador de archivos en la mayoría de dispositivos.

2.6.2.3 GOOGLE PLAY

Google Play es la tienda en línea de software desarrollado por Google para dispositivos Android. Una aplicación llamada "play store" que se encuentra instalada en la mayoría de los dispositivos Android y permite a los usuarios navegar y descargar aplicaciones publicadas por los desarrolladores. Google retribuye a los desarrolladores el 70% del precio de las aplicaciones.

Por otra parte, los usuarios pueden instalar aplicaciones desde otras tiendas virtuales (tales como Amazon Appstore o SlideME) o directamente en el dispositivo si se dispone del archivo APK de la aplicación. (Pedrozo, 2012).

2.6.3 iOS

iOS (anteriormente denominado iPhone OS) es un sistema operativo móvil de Apple. Originalmente desarrollado para el iPhone, siendo después usado en dispositivos como el iPod Touch, iPad y el Apple TV. Apple, Inc. no permite la instalación de iOS en hardware de terceros.

Tenía el 26% de cuota de mercado de sistemas operativos móviles vendidos en el último cuatrimestre de 2010, detrás de Google Android y NokiaSymbian. En mayo de 2010 en los Estados Unidos, tenía el 59% de consumo de datos móviles (incluyendo el iPod Touch y el iPad).

La interfaz de usuario de iOS está basada en el concepto de manipulación directa, usando gestos multitáctiles. Los elementos de control consisten de deslizadores, interruptores y botones. La respuesta a las órdenes del usuario es inmediata y provee de una interfaz fluida. La interacción con el sistema operativo incluye gestos como deslices, toques, pellizcos, los cuales tienen definiciones diferentes dependiendo del contexto de la interfaz. Se utilizan acelerómetros internos para hacer que algunas aplicaciones respondan a sacudir el dispositivo (por ejemplo, para el comando deshacer) o rotarlo en tres dimensiones (un resultado común es cambiar de modo vertical al apaisado u horizontal). (Pedrozo, 2012).

iOS se deriva de Mac OS X, que a su vez está basado en Darwin BSD, y por lo tanto es un sistema operativo Unix. iOS cuenta con cuatro capas de abstracción: la capa del núcleo del sistema operativo, la capa de

"Servicios Principales", la capa de "Medios" y la capa de "Cocoa Touch". La versión actual del sistema operativo (iOS 6.0) ocupa más o menos 770 megabytes, variando por modelo.

2.6.4 BLACKBERRY OS:

Blackberry OS es el sistema operativo de la empresa RIM¹⁴ y está destinado a dispositivos del mismo nombre que el sistema operativo, es decir Blackberry. Este sistema operativo se introdujo por primera vez en el mercado en 1999, en un pager de marca RIM. Sin embargo, no fue hasta 2002, que se lanzó un Smartphone con este sistema operativo. Las aplicaciones pueden ser desarrolladas tanto en Java para lo cual existe un SDK y en lenguaje nativo C/C++ para lo cual existe un Native SDK, (Salazar, 2013).

2.6.5 WINDOWS PHONE OS:

Windows Phone Os, es el sistema operativo para dispositivos móviles de la empresa Microsoft. Él es sucesor del sistema operativo Windows Mobile OS, sin embargo, no es compatible con su predecesor. Este sistema operativo fue lanzado el 10 de septiembre de 2010 con el nombre de Windows Phone 7. Sus aplicaciones pueden desarrollarse en lenguaje nativo C/C++, así como en C# y XAML¹⁵, (Salazar, 2013).

2.7 PARALISIS FACIAL

2.7.1 ANATOMÍA DEL NERVIO FACIAL.

El nervio Facial es un nervio mixto, quiere decir que tiene fibras aferentes o sensitivas y fibras eferentes o motoras. El Nervio Facial es un Nervio principalmente motor, cuyas ramas terminales llegan en abanico a los músculos del cuero cabelludo, cuello y cara. (Muñoz, s.f.).

2.7.2 FUNCIONES DEL NERVIO FACIAL:

- **Función Motora:** músculos cutáneos de cara y cuello.
- **Función Sensorial:** Sentido del gusto en los 2/3 anteriores de la lengua (Nervio Intermediario Wrisberg)
- **Función de sensibilidad general:** sensibilidad del dorso de la oreja (zona de Ramsay-Hunt).
- **-Función motora visceral:** forma parte del parasimpático craneal, inerva glándulas lagrimales, sudoríparas de la cara, salivar sublingual.

El Nervio Facial tiene su **origen** en la fosita lateral o supraolivaria del bulbo. El nervio Facial se dirige al conducto auditivo interno, en donde penetran acompañados por el nervio Auditivo (VIII par craneal), ingresa luego al acueducto de Falopio, emergiendo por el agujero estilomastoideo, dirigiéndose hacia abajo y adelante. La porción exocraneal del nervio facial mide 12 mm de largo y 1.5 mm de ancho, y se bifurca en dos ramas:

- Rama Témporo facial
- Rama Cérvico Facial

La Rama Témporo facial se dirige hacia arriba y adelante, mide 20 mm por 2.5 mm. Esta nos da los siguientes Nervios:

- *Nervio Temporal*, inerva al músculo frontal.
- *Nervio Cigomático*, se bifurca en nervio palpebral superior y nervio palpebral inferior, ingresando al músculo orbicular.

La Rama 9Cervico-Facial se dirige hacia adelante y abajo:

- *Nervio Bucal* se divide en 5 ramas, una de ellas ingresa al músculo orbicular, los otros inervan al músculo buccinador, el orbicular de los labios y otros músculos del área.
- *Nervio Mandibular* inerva también al músculo orbicular de los labios y masetero.
- *Nervio Cervical* inerva la musculatura cutánea del cuello



Figura 8 La Rama Témporo facial
 Fuente: (Muñoz, s.f.)

2.7.3 ¿QUÉ ES UNA PARÁLISIS FACIAL?

La parálisis facial es una lesión del nervio facial, (Fisioterapia online, 2013). El nervio facial es un nervio mixto y doble de la cara, que se encarga de cuatro tipos de funciones:

- Movilidad de los músculos de un lado de la cara: del lado derecho o del lado izquierdo. Controla también un músculo muy pequeñito del oído, que se encarga de amortiguar los ruidos muy fuertes; y dos músculos del cuello.
- Recoge la sensibilidad de lo que es el conducto del oído.
- Controla las lágrimas y la saliva.
- Se encarga del gusto, en la parte anterior de la lengua.

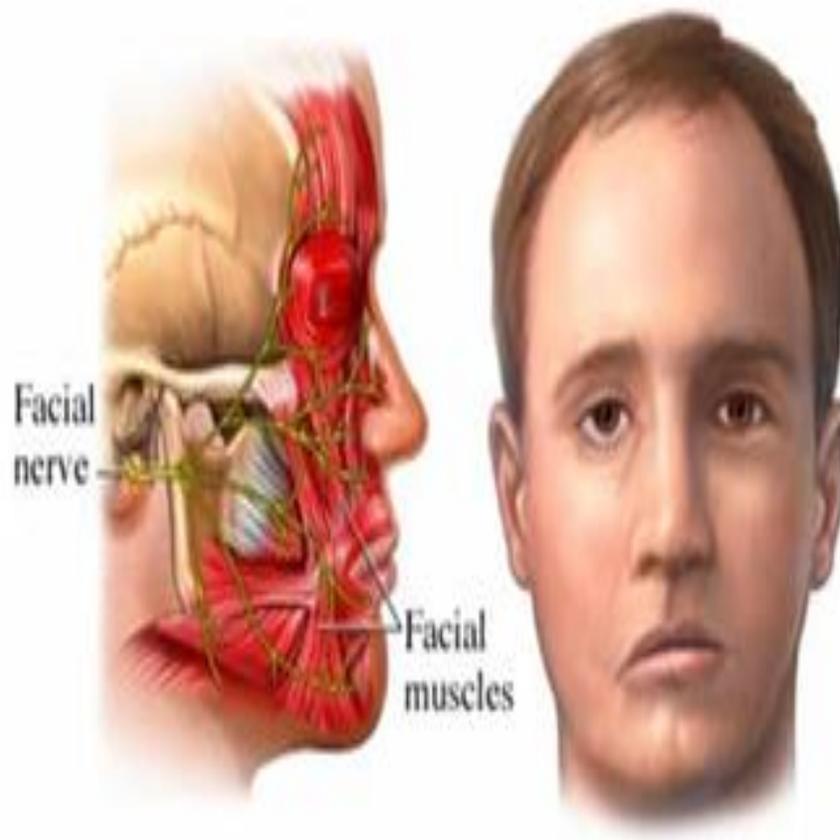


Figura 9 Parálisis del nervio
Fuente: (Fisioterapia online, 2013)

2.7.4 SÍNTOMAS DE LA PARÁLISIS FACIAL

- Ausencia de la movilidad voluntaria de los músculos de una mitad de la cara, del lado derecho o del lado izquierdo, observándose esa mitad de la cara flácida, sin arrugas ni surcos.

- Incapacidad de cerrar el ojo.
- Desviación de la boca hacia el lado y hacia abajo de la mitad de la cara afectada.
- Dolor en el oído cuando se produce un ruido fuerte. También puede doler el oído, cuando la causa es un virus.
- Ausencia de sensibilidad del conducto del oído del lado afecto.
- Ausencia de lágrimas.
- Ausencia de saliva en la mitad de la boca afectada.
- Ausencia de gusto en la parte anterior de la lengua, en la mitad de la cara que está paralizada.

Los síntomas, a veces, no se presentan con la misma intensidad, ya que la parte de la frente, por ejemplo, suele tener fibras nerviosas que provienen del nervio facial sano de la otra mitad del rostro, y suplen en parte la función del lado de la parálisis; asimismo, la parte de abajo puede tener fibras cruzadas entre uno y otro lado de la cara. Además, los síntomas dependen de la mayor o menor extensión del nervio que se halle afectada, ya que dependiendo de ello algunos síntomas no aparecerán. (Fisioterapia online, 2013).

Si el causante de la parálisis facial ha sido el virus herpes zóster, suelen producirse también sordera y vértigos (síndrome de Ramsay-Hunt).

2.7.5 CAUSAS DE PARÁLISIS FACIAL

La parálisis facial periférica puede producirse por muy variadas razones (Muñoz, s.f.). El cuadro más frecuente es la parálisis facial de causa desconocida, que afecta al 40% de todos los casos de parálisis facial. Se conoce en medicina como parálisis facial a frigore, o parálisis de Bell. Le sigue en importancia la parálisis facial traumática, con un 25% de los casos. Después, siguen los casos de parálisis facial por causa de:

Tabla 8 Causas de Parálisis facial
Fuente: Muñoz, s.f.

TABLA 2. CAUSAS DE PARÁLISIS FACIAL	
<p>NACIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parto por cesárea • Sínd. Mobius 	<p>NEOPLÁSICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lesiones benignas de parótida • Colesteatoma • Tumores de VII par • Glomus de la yugular • Leucemia • Meningioma • Hemangioblastoma • Sarcoma • Carcinoma • Aneurismas de la arteria carótida • Hemangiomas del tímpano • Hidradenomas del canal externos • Cilindromas • E.de Hand-Schuller-Christian • Displasia fibrosa • Neurofibromatosis II
<p>TRAUMÁTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fracturas de base de cráneo • Injurias faciales • Heridas penetrantes de oído medio 	
<p>NEUROLÓGICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sínd. Opercular • Sínd. Millard-Gubler • Sínd. Foville • Esclerosis múltiple • Neuropatías hereditarias hipertróficas • Guillain-Barré 	
<p>INFECCIOSAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Otitis Externas • Otitis Medias • Mastoiditis • Paperas • Herpes Zoster cefálico (S.Ramsey-Hunt) • Encefalitis • Poliomiелitis • Mononucleosis • Lepra • Coxsackie virus • Malaria • Sífilis • Tuberculosis • Conjuntivitis hemorrágica aguda (enterovirus) • Mucormicosis • E. Lyme • SIDA • Tétano 	<p>TÓXICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Talidomida • Alcoholismo • Intoxicación por arsénico • Monóxido de carbono
	<p>IATROGENICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bloqueo anestésico mandibular • Suero antitetánico • Vacuna antirrábica • Postinmunización • Cirugía Parotídea • Cirugía mastoídea • Postadenoidectomía • Embolizaciones • Dental
	<p>OTRAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bell familiar • S. Melkersson-Rosenthal • S. autoinmunes • Amiloidosis • Arteritis temporal • Púrpura trombótica trombocitopénica • Periarteritis nodosa • Sarcoidosis (S. Herefordt) • Osteoporosis
<p>METABÓLICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diabetes • Hipertiroidismo • Embarazo • Hipertensión • Porfiria aguda • Deficiencia vitamina A 	

2.7.6 PRINCIPALES TIPOS DE PARÁLISIS FACIAL

2.7.6.1 PARÁLISIS DE BELL:

La parálisis facial fue descrita hace más de 2000 años por Hipócrates y recibió su nombre de Sir Charles Bell. Un cirujano escocés del siglo XIX quien fue el primero en describir la afección.

El nervio facial viaja a través de un canal estrecho (canal de Falopio) en el cráneo, debajo del oído.

La parálisis facial se produce cuando el nervio que controla la musculatura facial está hinchado, inflamado o comprimido, dando como resultado una debilidad o parálisis facial. Aún existe un 50 a 70% de casos en que la etiología es desconocida. (Ochoa A., Vázquez R., Afonzo R., 2011).

Es el tipo de parálisis facial más común y de causa desconocida. Existen dos probables explicaciones para estos casos:

- Una lesión por la mala circulación de la sangre al nervio facial
- Una infección directa del nervio facial producida por virus.

Aparece de una forma brusca, de pronto, en cuestión de horas. La mayoría de las veces, sin que pueda asociarse a ningún otro padecimiento. Su evolución es benigna, recuperándose completamente en el 80% de los casos. El periodo de recuperación oscila entre uno y seis meses.

La mayor parte de los científicos cree que es debido a una infección viral como una meningitis viral o resfriado común. La inflamación causa presión dentro del canal de Falopio, llevando a un infarto (disminución de sangre y oxígeno, produciendo desgaste de las células nerviosas). En algunos casos sólo es el daño en la vaina de mielina (aislante del nervio). Se han propuesto teorías hereditarias e inmunológicas sin mucho apoyo, hipótesis de origen isquémico incluyendo vasoespasmos por frío y también viral. (Ochoa A., Vázquez R., Afonzo R., 2011).

Afecta a hombres como mujeres por igual, ataca sobre todo a mujeres embarazadas, a personas que padecen diabetes o enfermedades respiratorias superiores como gripe o resfriados.

Usualmente es unilateral, pero a veces también lo es de los dos lados, tiene una incidencia de 10-40 por 100.000.

Detallados estudios sobre histología del nervio Facial en la parálisis facial de Bell evidencian que los vasos sanguíneos del perineuro son normales y no existen signos de trombosis arterial ni de obstrucción venosa. Tampoco signos de compresión por la vaina nerviosa. Se produce un edema del perineuro y todas las capas del nervio muestran un infiltrado difuso de células inflamatorias pequeñas, las cuales son más prominentes en las vainas de fibras nerviosas y alrededor de los vasos en el cuerpo del nervio. Las vainas de mielina sufren degeneración y ruptura con macrófagos fagocitando los desechos. Puede incrementarse el espacio entre las neuronas o que sugiere edema. Los axones permanecen intactos o con escasas irregularidades. Estos hallazgos se han interpretado como una neuritis viral. (Ochoa A., Vázquez R., Afonzo R., 2011).

Clínicamente se ha observado un 9,4 de recurrencia en Parálisis facial y una historia familiar positiva en un 8%.

En 1972, Mc Cormick sugiere la hipótesis de que la Parálisis facial de Bell es causada por el virus herpes simplex (VHS), basándose en su alta prevalencia en la población, en que luego puede sufrir una reactivación como herpes labial a partir del ganglio trigémino o como herpes genital a partir de ganglios sacros, además de que los factores asociados a recurrencia de VHS también son vistos asociados a Parálisis facial (infección respiratoria, depresión, inmunosupresión, stress, fiebre, extracción dental, menstruación, exposición solar o exposición al frío. (Muñoz, s.f.).

Es importante descartar otro tipo de causas de parálisis facial periférica aguda:

- herpes zoster (Síndrome de Ramsay- Hunt)
- Síndrome de Guillain-Barré
- Neurinoma del acústico
- Carcinomatosis meníngea
- Fracturas del Hueso Temporal
- Enfermedad de Lyme

- Virus de la Inmunodeficiencia humano (HIV).

2.7.6.2 PARÁLISIS FACIAL TRAUMÁTICA

Se produce por traumatismos externos, como en accidentes de tráfico con afectación de la cabeza, durante el parto, en operaciones del cerebro, oído, de la glándula parótida y/o por heridas de arma blanca en esta zona.

2.7.7 TRATAMIENTO DE LA PARÁLISIS FACIAL CON FISIOTERAPIA

En etapa aguda:

- Calor local: compresa húmeda-caliente por 10 minutos en la hemicara afectada, para mejorar la circulación.
- Electroterapia: aunque existe una controversia respecto al uso y efectividad, ya que se estimula el punto motor del músculo y no el nervio.
- Reeducación muscular frente a espejo: las principales acciones van encaminadas a lograr el correcto funcionamiento de la oclusión del ojo y de la boca. Debemos distinguir:
- Ejercicios activos asistidos: el paciente se auxilia por el dedo índice y medio colocado sobre el músculo a trabajar en dirección al movimiento deseado, sosteniéndolos por unos segundos en hemicara afectada.

Hacer énfasis en realizarlos simétricamente respecto a hemicara sana y en forma aislada con el resto a los músculos de hemicara afectada, dándole mayor importancia a los músculos orbicular de los párpados y labios, ya que son los últimos en recuperarse.

Levantar con los dedos la ceja involucrada y sostenerla por unos segundos. La asistencia manual disminuirá progresivamente de acuerdo con la recuperación muscular.

En etapa de facilitación:

Se caracteriza por incremento de movimientos voluntarios y ausencia de sincinesias. Se realizarán:

- Movimientos faciales activos simétricos, haciendo énfasis al paciente de no realizar movimientos incoordinados en forma bilateral, con el fin de evitar movimientos distorsionados del lado afectado, ya que esto lo coloca en una función menos óptima respecto al lado sano.
- Si el paciente no presenta signos sugestivos de sincinesias, indicar ejercicios resistidos: la resistencia manual se aplica en dirección opuesta a los movimientos deseados con movimientos faciales aislados, sin causar movimientos en masa o sincinesias.
- Sonidos pronunciando consonantes y vocales en forma aislada y palabras que favorezcan el músculo orbicular de los labios.

En etapa de control:

Se caracteriza por la aparición de movimientos anormales y anárquicos, los músculos responsables deben colocarse inmediatamente en posición de estiramiento sostenido para inhibirlos. Los músculos propensos a sincinesias son los orbiculares. Los ejercicios de estiramiento para lograr disociación son:

- **Ojo-boca:** si durante la actividad del orbicular del párpado derecho se observa que la comisura labial se levanta hacia arriba y afuera con la cara en reposo, el paciente deberá inhibir el cigomático mayor. (Muñoz, s.f.).

Técnica: el paciente colocará su pulgar izquierdo en el interior de la mejilla derecha, con el índice y el medio en el exterior, mantendrá la mejilla estirada entre los tres dedos oblicuamente hacia abajo y hacia el lado sano sin tirar del párpado inferior derecho. Cerrará los ojos suavemente, luego con fuerza, manteniendo la mejilla estirada.

- **Boca-ojo:** se le pide al paciente que coloque la boca en protrusión con los labios juntos y redondeados y se observa que el ojo derecho se cierre, incluso mínimamente, entonces se le pedirá que enganche la mejilla derecha con el índice sobre el surco nasogeniano. El paciente deberá estirar la mejilla, empujarla oblicuamente hacia abajo y hacia el lado sano, controlando el ojo en un espejo, esbozar el trabajo del orbicular de los labios. (Muñoz, s.f.).

En cuanto el paciente perciba la contracción sinérgica del orbicular del párpado, deberá detener el movimiento. A continuación, cuando obtenga un buen equilibrio entre los músculos agonistas y antagonistas, podrá retirar progresivamente la presión digital y equilibrar los músculos del lado sano. (Muñoz, s.f.).

- Ejercicios enfocados para el control de movimientos anormales o sincinesias, los cuales consisten en enfatizar solamente el movimiento del músculo a trabajar en lo posible sin provocar movimientos anormales. El rango del movimiento aumentará siempre y cuando se controle los movimientos anormales.

En fases de relajación (al final de cada sesión):

Se realizarán palmo percusiones a hemicara afectada y ejercicios de relajación Jacobsen's, que consisten en una contracción sostenida de tres a cinco segundos, seguidas de relajación completa aplicada a musculos faciales específicos. (Muñoz, s.f.).

2.7.7.1 EJERCICIOS EN LA ETAPA DE FISIOTERAPIA

Ejercicios activos: Los ejercicios activos se demandan en todo momento de la rehabilitación, aunque no tenga ningún tipo de contracción, es importante demandarlos para una aceleración en la recuperación facial. En el momento que tenga el músculo facial cierta contractibilidad se deberá ayudar a realizar el ejercicio o el movimiento requerido. Los ejercicios activos pueden evaluarse según su fuerza de contracción. Desde ejercicios activos asistidos hasta los resistidos.

Se solicita trabajar en el siguiente orden: frontal, superciliar, elevador del labio superior, canino, buccinador, borla y cuadrado de la barba, triangular de los labios, cutáneo del cuello y por último los cigomáticos. Ejemplos de ejercicios:

- Contraer los labios como si se fuera a dar un beso (Orbicular de los labios y compresor)
- Dilatar el ala de la nariz hasta levantar el labio superior y enseñar los dientes (Dilatador de la nariz, canino, elevador del labio superior).
- Expulsar aire lentamente, como soplando por una cañita (Buccinador, cigomático mayor, cigomático menor)

- Sonrisa amplia dirigiendo la comisura labial hacia afuera y atrás (Risorio)
- Apretar los dientes lo más fuerte posible (Cutáneo del cuello, triangular de los labios)
- Arrugar el mentón (Mirtiforme, cuadrado de la barba, borla de la barba)
- Elevar las cejas (Occipitofrontal)
- Juntar las cejas (Ciliar)
- Cerrar los ojos (Orbicular de los párpados)
- Inhibición del reflejo de Bell: se logra enfocando los ojos del paciente en un objeto fijo a 30.5 cm abajo al frente del paciente, intentando cerrar ambos ojos hasta ocluirlos. Enfocar el ojo hacia abajo ayuda a iniciar que el párpado inferior se eleve.

Ejercicios pasivos. En las primeras fases de la parálisis facial, cuando el paciente llega con parálisis completa del nervio facial, se debe realizar ejercicios pasivos. Los ejercicios pasivos se hacen con la ayuda de nuestros dedos en dirección a la dirección de contracción del músculo que tratamos, por ejemplo, en el caso del trabajo del cigomático mayor para una gran sonrisa, colocamos II y III dedo sobre el músculo y arrastramos la piel hacia atrás, llevándonos la comisura labial hacia arriba y hacia el lateral, al mismo tiempo que el paciente intenta realizar el gesto.

Propiocepción facial. Es importante realizar ejercicios de propiocepción para estimular la función sensitiva del nervio facial.

Podemos usar:

- Piedra jade a rodar sobre la cara afectada para dar estimulación sensitiva.
- Rodamiento de superficie rugosa para la cara.
- Masaje con Crema con azúcar o pepitas de uva.

Ejercicios en el propio domicilio:

Los ejercicios con un espejo son de vital importancia para tomar conciencia de la contracción que tiene el paciente y a nivel visual permite corregir las pequeñas disimetrías.

Ejercicios de soplar, silbar, llenar carrillos con agua y pasarlos de un lado a otro, ejercicios con chicle masticando en la hemicara afectada.

En regla general puede durar desde 3 meses a 1 año, pudiendo quedar algún tipo de sincinesias, hemiespasmos o pérdida de contracción de algún grupo muscular de la mímica. (Muñoz, s.f.).

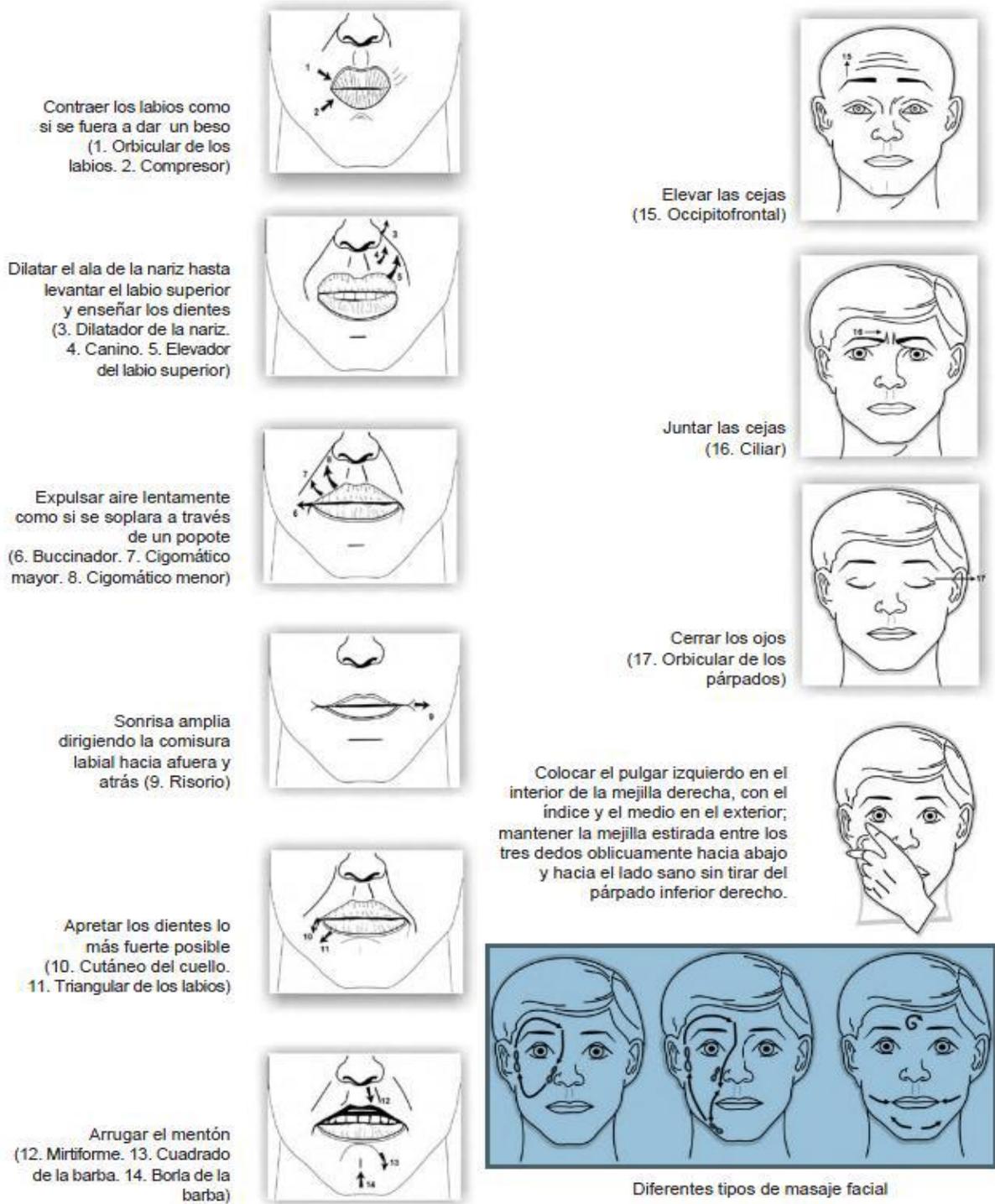


Figura 10 Ejercicios en la etapa de fisioterapia
Fuente: (Muñoz, s.f.)

CAPITULO III

DISEÑO METODOLOGICO

3.1 INTRODUCCION

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

Todo el modelado de la aplicación estará desarrollado bajo la metodología de Ingeniería de software Educativo (MeISE) detallado en el capítulo 2.1.1.

3.2 DESARROLLO DEL MODELO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA MeISE

Para el desarrollo del tutor se hace uso de la metodología: ingeniería de software educativo (MeISE) propuesta por María Antonieta Abud Figueroa en el año 2009 la cual contempla un nuevo enfoque iterativo incluyendo aspectos computacionales, pedagógicos y de comunicación para la construcción de software educativo, que está compuesto por 2 etapas:

- **PRIMERA ETAPA:** Es la etapa de definición en la que se encuentra la fase conceptual, fase de análisis y diseño, fase de plan de iteraciones.

Las fases propuestas para la definición son: La fase conceptual, durante la cual se identificaron los requerimientos del software, se conformó un equipo de trabajo y se elaboró el plan de desarrollo; la fase de análisis y diseño inicial, en la que se propuso la arquitectura de la realidad aumenta que será base de la solución del problema y se establecieron características pedagógicas y comunicación que se desarrollara del software educativo; finalmente, la fase de plan de iteraciones, en la cual se divide el proyecto en partes funcionales que permitirán mejor control en el desarrollo del sistema. .

- **SEGUNDA ETAPA:** Es la etapa de desarrollo en la que se encuentran las fases de diseño computacional, fase de desarrollo y fase de despliegue.

En la etapa de desarrollo se tienen: La fase de diseño computacional en la que se realizó un diseño computacional detallado de un incremento específico del software; la fase de

desarrollo, durante la cual se implementó la arquitectura en forma incremental (iteración por iteración); y la fase de despliegue, donde se realiza transición del producto ejecutable al usuario final.

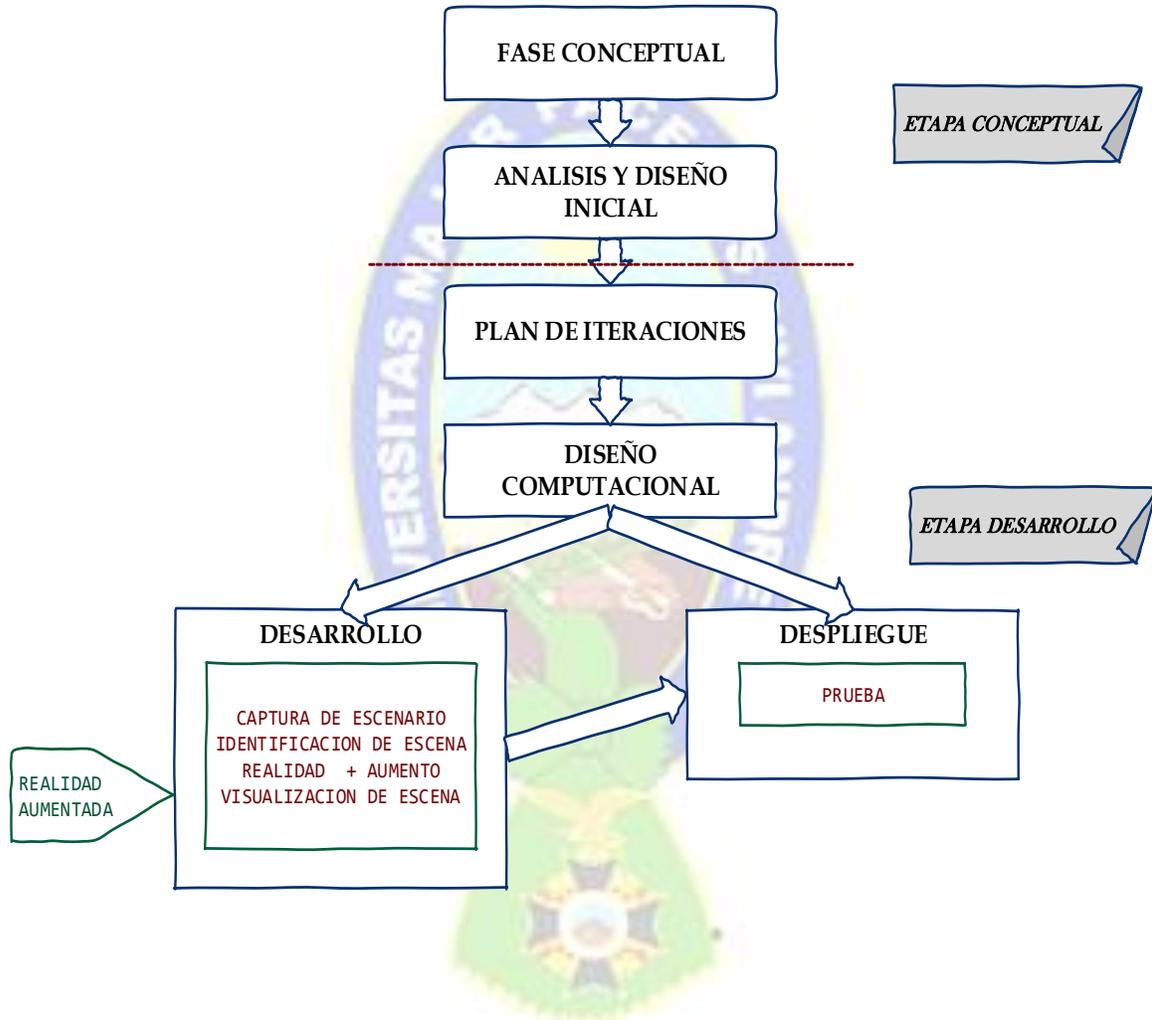


Figura 11 Representación gráfica de la metodología MeISE con la realidad aumentada y Tutor Inteligente

Fuente: (Abud, 2009.)

En la construcción del Modelo de Realidad Aumentada se toma en cuenta la investigación del capítulo II y secciones 2.4, 2.5, 2.6, que permite construir el modelo de sistema donde se representa de manera abstracta tomando en cuenta los diferentes ejercicios en etapa de Fisioterapia en personas que padecen Parálisis Facial y las nuevas tecnológicas en dispositivos móviles, por lo tanto se utilizó herramientas para modelar la Figura 12, el Modelo de Realidad Aumentada para la etapa de Fisioterapia en pacientes con Parálisis Facial y diseñar los objetos

en 3D para mejorar la etapa donde el paciente desarrolla los ejercicios indicados con ayuda de herramientas y desarrolladores como Unity, Vuforia y Blender en los que se diseña el somatotipo que se reflejara en la Realidad Aumentada cuando los usuarios del prototipo realicen la visualización de escena en sus dispositivos móviles, ellos tendrán a su alcance información relevante del padecimiento y los ejercicios.

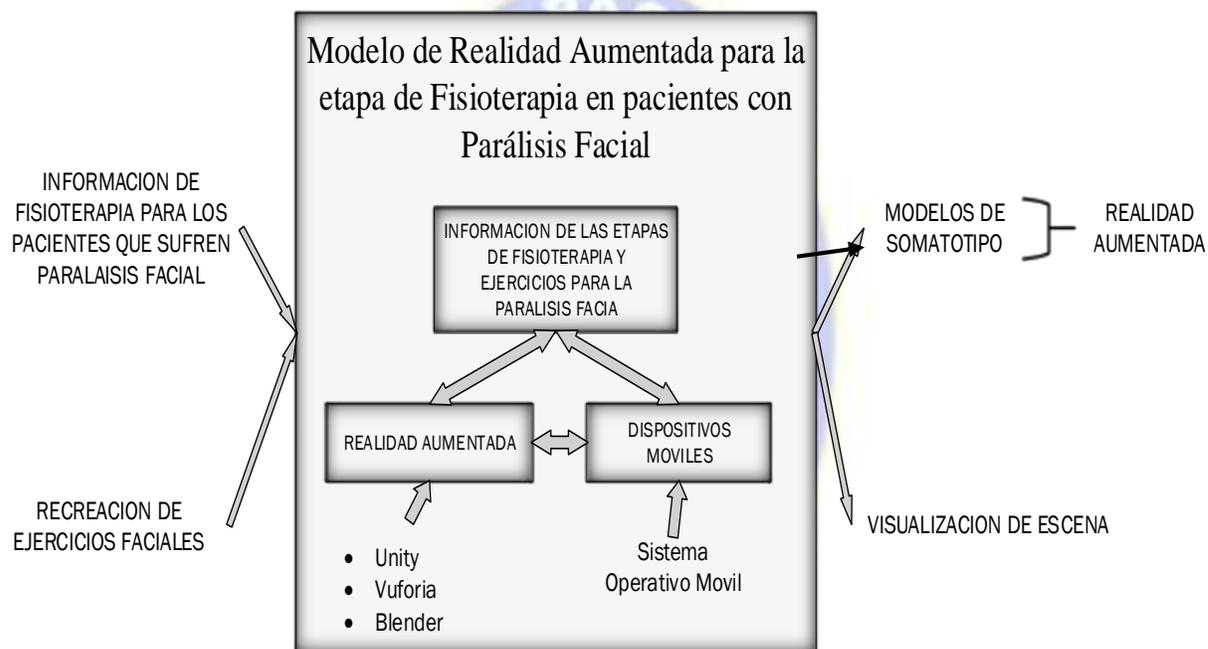


Figura 12 Modelo de Realidad Aumentada para la etapa de Fisioterapia en pacientes con Parálisis Facial

Fuente: Elaboración Propia.

Con la ayuda de la metodología y del modelo de Ingeniería de software Educativo (MeISE) y el modelo de Realidad Aumentada para la etapa de Fisioterapia en pacientes con Parálisis Facial se podrá diseñar el prototipo ya mencionado los cuales combinaremos en las diferentes fases del desarrollo de la metodología, en especial en La Etapa de Desarrollo.

3.3 ETAPAS DE LA METODOLOGÍA INGENIERÍA DE SOFTWARE

3.3.1 ETAPA DE DEFINICIÓN

En esta etapa se contempla la definición de requisitos, el análisis y diseño, durante la cuales se determinarán las características que se pretende alcanzar con el producto, los requisitos pedagógicos, de comunicación y la arquitectura sobre la cual se construirá el software, y

finalmente se termina con un plan de iteraciones las cuales se desarrollará el producto al término de cada una de las características mencionadas, es decir que cubre completamente algunos de los objetivos didácticos del software.

3.3.1.1 FASE CONCEPTUAL

a) ANALIZAR LAS NECESIDADES EDUCATIVAS

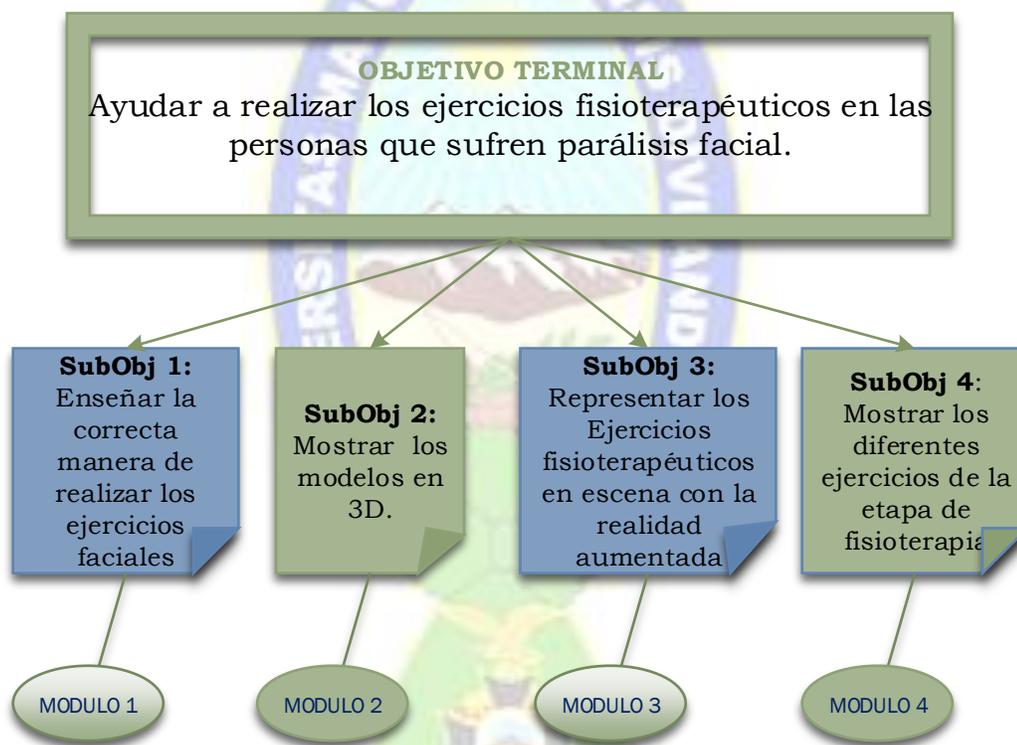


Figura 13 Modelo Instruccional
Fuente (Elaboración Propia)

b) REVISAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Modelo educativo:

Analizando las diferentes propuestas de modelos educativos que existen actualmente, se optó por el modelo constructivista, ya que se adapta más a lo que es el aprendizaje a través de software.

c) ELABORAR UN ESTUDIO DE RIESGOS

Lista de riesgos:

Se establece los riesgos relativos al prototipo y a los aspectos pedagógicos y la forma de atenderlos.

A continuación, se muestran algunos de los riesgos que podrían presentarse durante y posteriormente al desarrollo del prototipo.

*Tabla 9 Lista de riesgos
Fuente (Elaboración Propia)*

RIESGOS RELATIVOS AL DESARROLLO	ASPECTOS PEDAGÓGICOS	FORMA DE ATENCIÓN
El prototipo puede contar algunas fallas de escenas de la realidad aumentada.	El usuario no podrá realizar sus ejercicios fisioterapéuticos y tendrá más dificultades.	Mejorar la calidad de las escenas del modelo de la realidad aumentada.
El tiempo de rehabilitación es distinto en cada persona, el resultado no se asimila de manera uniforme	El usuario podrá pensar que el prototipo no funciona y dejara de usarlo.	Brindar información para que el usuario contemple que el tiempo de mejora varia de paciente a paciente.
Salidas inesperadas o cierre del prototipo	El usuario tendrá problemas en la plena utilización del prototipo.	Revisar las fallas del cierre del prototipo y arreglarlo.

d) CONFORMAR EL EQUIPO DE TRABAJO Y EL PLAN INICIAL DE DESARROLLO

Plan Inicial:

Se conforma el equipo de trabajo, se elabora la programación de actividades, se asignan responsables a cada una. Como vemos a continuación se detalla el equipo de trabajo para el desarrollo del prototipo.

Tabla 10 Equipo de trabajo
Fuente (Elaboración Propia)

CARGO	TAREA	RESPONSABLE
Jefe de proyecto	Responsable del proyecto	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero
Coordinador de actividades	Coordinar las reuniones y supervisar el avance del proyecto.	M. Sc. Carlos Mullisaca Choque
Equipo de desarrollo	Responsable del análisis, diseño e implementación del prototipo.	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero

Cronograma de actividades:

A continuación, se detalla el programa de actividades por fases:

Tabla 11 Cronograma de Actividades
Fuente (Elaboración Propia)

FASE	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION
Conceptual	Estudio de alternativas. Lista de riegos. Plan inicial.	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero	04/03/2018	23/03/2018
Conceptual	Modelo de actores. Modelo de casos de uso.	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero	07/03/2018	05/04/2018
Análisis y diseño inicial	Modelo de requisitos. Descripción de la arquitectura. Modelo educativo.	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero	05/04/2018	11/04/2018
Análisis y diseño inicial	Modelo de interfaz. Modelo de prototipo de la interfaz de usuario.	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero	11/04/2018	16/04/2018
Plan de iteraciones	Plan de iteraciones priorizadas	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero	16/04/2018	19/04/2018
Diseño computacional y desarrollo	Plan de trabajo. Modelo de diseño.	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero	19/04/2018	22/04/2018
Desarrollo	Modelo de desarrollo. Modelo de pruebas unitarias. Modelo de integración. Pruebas de integración.	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero	15/04/2018	27/04/2018

Diseño computacional y desarrollo	Modelado de diseño y refinado. Modelo de interfaz usuario.	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero	27/04/2018	04/05/2018
Desarrollo	Modelo de desarrollo refinado. Modelo de integración refinado. Pruebas de integración refinadas.	Univ. Viviana Isabel Rojas Rivero	04/05/2018	23/05/2018

e) **IDENTIFICAR LA FUNCIONALIDAD QUE SE PRETENDE ALCANZAR CON EL SOFTWARE**

MODELO DE ACTORES:

Identifica los tipos de usuarios que utilizarán el software y describe sus características en la tabla siguiente.

Tabla 12 Modelo de Actores
Fuente (Elaboración Propia)

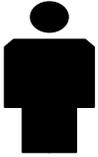
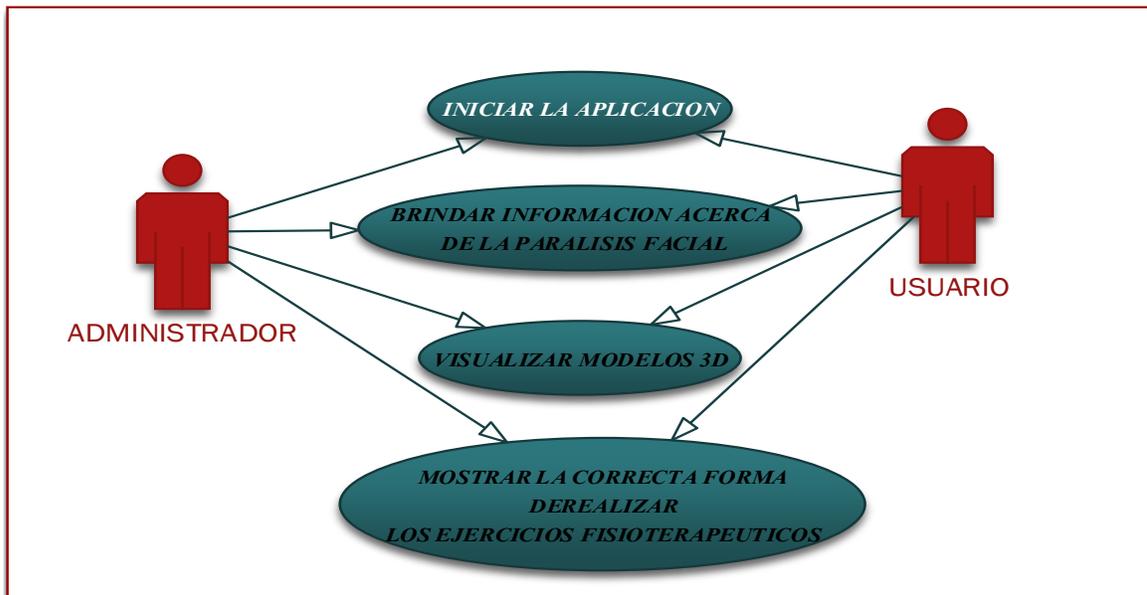
ACTORES		DESCRIPCION
	ADMINISTRADOR	Mostrar los ejercicios que se desarrolla en la etapa de fisioterapia. Mostrar el correcto movimiento de los mismos. Responsable del correcto funcionamiento del prototipo.
	USUARIO	Visualiza los ejercicios fisioterapéuticos. Con el correcto uso del prototipo el usuario puede mejorar la parálisis.

DIAGRAMA DE CASOS DE USO:

Establece un modelo general de las funciones que cubrirá el sistema a través de diagramas de casos de uso y su especificación.

Figura 14 Diagrama de casos de Uso del Modelo
Fuente: (Elaboración propia)



La Figura 14 muestra el caso de uso del proceso de la realidad aumentada mediante el reconocimiento de los marcadores definidos.

Figura 15 Caso de Uso del Proceso de la Realidad Aumentada
Fuente: (Elaboración propia)



ESPECIFICACIÓN DE CASOS DE USO:

Se realiza la descripción de cada uno de los casos de uso.

- Diagrama de casos de uso del modelo

Tabla 13 Descripción Caso de Uso (Iniciar Aplicación)

Fuente: (Elaboración propia)

Caso de uso		Iniciar Aplicación	
Descripción	Caso de uso para el inicio de la aplicación en el dispositivo.		
Actores:	Administrador/Usuario (Persona que padece de parálisis facial)		
Precondiciones (Condiciones de entrada)	La aplicación debe haber sido debidamente instalada en un dispositivo móvil con sistema operativo Android y que cumpla las condiciones del equipo y soporte lógico.		
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada del actor	Respuesta del sistema
	1	Escoge la aplicación correspondiente.	Inicia la aplicación comenzando con la pantalla de inicio (splash screen).
Post Condiciones	La aplicación se inicia correctamente		

Tabla 14 Descripción Caso de Uso (Brindar Información)

Fuente: (Elaboración propia)

Caso de uso		Brindar Información acerca de la Parálisis Facial	
Descripción	Caso de uso para el inicio para informar al usuario del padecimiento.		
Actores:	Administrador/Usuario (Persona que padece de parálisis facial)		
Precondiciones (Condiciones de entrada)	La aplicación de haberse iniciado correctamente y el usuario debe informarse acerca del padeciendo que sufre.		
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada del actor	Respuesta del sistema
	1	Escoge la aplicación correspondiente.	Inicia la aplicación comenzando con la pantalla de inicio (splash screen)
	2	El usuario contempla el escenario de información.	La aplicación muestra la escena al usuario.
Post Condiciones	La aplicación da por respuesta un modelo en 3D para el usuario.		

Tabla 15 Descripción de Caso de uso(Visualizador de Modelos 3D)

Fuente: (Elaboración propia)

Caso de uso		Visualizador de Modelos 3D	
Descripción	Permite visualizar escenas de modelos de entrenamientos 3D mediante la realidad aumentada. .		
Actores:	Usuario (Persona que padece de parálisis facial)		
Precondiciones (Condiciones de entrada)	La aplicación de haberse iniciado correctamente.		

Flujo de eventos normal	Paso	Entrada del actor	Respuesta del sistema
	1	Escoge la aplicación correspondiente.	Inicia la aplicación comenzando con la pantalla de inicio (splash screen)
	2	El usuario contempla el escenario de información.	La aplicación muestra la escena al usuario.
	3	El usuario visualiza los modelos 3D.	
Post Condiciones	La aplicación muestra modelos 3D realiza y muestra uno a uno los ejercicios que se realizan en la etapa de fisioterapia.		

Tabla 16 Descripción Caso de Uso (Manejo Correcto)

Fuente: (Elaboración propia)

Caso de uso	Mostrar la correcta forma de realizar los Ejercicios Fisioterapéuticos.		
Descripción	Muestra la forma correcta de realizar los ejercicios.		
Actores:	Usuario (Persona que padece de parálisis facial)		
Precondiciones (Condiciones de entrada)	La aplicación de haberse iniciado correctamente.		
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada del actor	Respuesta del sistema
	1	Escoge la aplicación correspondiente.	Inicia la aplicación comenzando con la pantalla de inicio (splash screen)
	2	El usuario contempla el escenario de información.	La aplicación muestra la escena al usuario.
	3	El usuario visualiza los modelos 3D.	
4	El usuario visualiza los ejercicios fisioterapéuticos que están en movimiento y proceder a seguir las indicaciones.	La aplicación indica cómo realizar correctamente los ejercicios .	
Post Condiciones	La aplicación muestra detalladamente las escenas de los ejercicios faciales en realidad aumentada.		

- Diagrama de casos de uso del Proceso de la Realidad Aumentada

Tabla 17 Descripción Caso de Uso (Reconocimiento de Marcador)
Fuente: (Elaboración propia)

Caso de uso	Reconocimiento de Marcador		
Descripción	Caso de uso para el proceso de reconocimiento del marcador		
Actores:	Usuario		
Precondiciones (Condiciones de entrada)	La debe haberse iniciado correctamente, el actor debe tener a disposición los marcadores definidos		
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada del actor	Respuesta del sistema
	1		Inicia la cámara de realidad aumenta
	2	El actor enfoca el marcador definido	La aplicación reconoce la imagen del marcador enfocada por el dispositivo móvil
	3	El usuario visualiza los modelos 3D.	La aplicación le muestra objetos 3D, botón en la parte superior derecho para cambio de escena
Post Condiciones	El actor selecciona las opciones de animación y sonido		

Tabla 18 Descripción Caso de Uso (Activar Animación)
Fuente: (Elaboración propia)

Caso de uso	Activar Animación		
Descripción	Caso de uso para activar animación a los objetos 3D		
Actores:	Usuario		
Precondiciones (Condiciones de entrada)	El actor debe enfocar el marcador definido con la cámara del dispositivo móvil		
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada del actor	Respuesta del sistema
	1	El actor pulsa el botón situado en la parte inferior izquierdo	La aplicación anima al objeto 3D
	2	El actor deja de pulsar el botón	La aplicación deja de animar al objeto 3D
Post Condiciones	El actor pulsa el botón de cambio de escena.		

f) ESTABLECER LOS CRITERIOS DE MEDICIÓN DE CALIDAD DEL PROCESO, CONSIDERANDO ASPECTOS TANTO TÉCNICOS COMO PEDAGÓGICOS

Modelos de aceptación: Incluye las características mínimas que deben cumplirse para que el producto se acepte.

En el aspecto técnico se observan que la interfaz debe ser amigable y de fácil manejo, de tal manera que el usuario tenga su atención en el desarrollo de los ejercicios fisioterapéuticos que presenta el prototipo.

3.3.1.2 FASE DE ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL

Se analiza el dominio del problema y se establece la arquitectura del sistema. En este punto se describen a detalle los requisitos del software y las características educativas y de comunicación que el producto debe contemplar que pueden verse en la figura 12.

a) IDENTIFICAR LOS REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES QUE SE CUBRIRÁN CON EL SOFTWARE

Modelo de requisitos: se denominan los requisitos que debe cumplir el software en cuanto a funcionalidad, comunicación y la interfaz.

Los requisitos funcionales: A ser tomados para el desarrollo del sistema basándose según las características del tutor inteligente con la realidad aumentada, se presenta en la siguiente tabla.

*Tabla 19 Descripción de Módulos
Fuente (Elaboración Propia)*

MÓDULOS	DESCRIPCIÓN
Módulo Tutor	Se especifica el contenido acerca de la Parálisis Facial, presentando los modelos en 3D, fáciles y sencillos de poder usar en el prototipo.
Módulo Usuario	Donde realiza el seguimiento del prototipo visualizando los modelos 3D y las escenas que presenta en ella.

Módulo Dominio	Se realiza el registro de cada usuario, el desarrollo que realiza al hacer los ejercicios fisioterapéuticos.
-----------------------	--

Los requisitos no funcionales: Las herramientas que se vieron necesarios para la construcción del prototipo son:

- La aplicación debe poseer interfaces bien formadas para la modelación de la realidad aumentada.
- La aplicación será desarrollada por múltiples plataformas (multiplataforma).
- La aplicación debe presentar mensajes de error que sean informativos y orientado al usuario final.
- La aplicación debe contar con manuales de usuario.

Herramientas de construcción del prototipo:

- Tecnología Multimedia (imágenes, videos animaciones, voces, música, textos).
- Photoshop CS6 (Herramienta de diseño de dibujo)
- Unity 3D (Plataforma principal de desarrollo)
- Vuforia Plugin (Plugin para Unity 3D que permite realizar los procesos de la realidad aumentada).
- Blender (Utilizado para la creación de los modelos 3D).

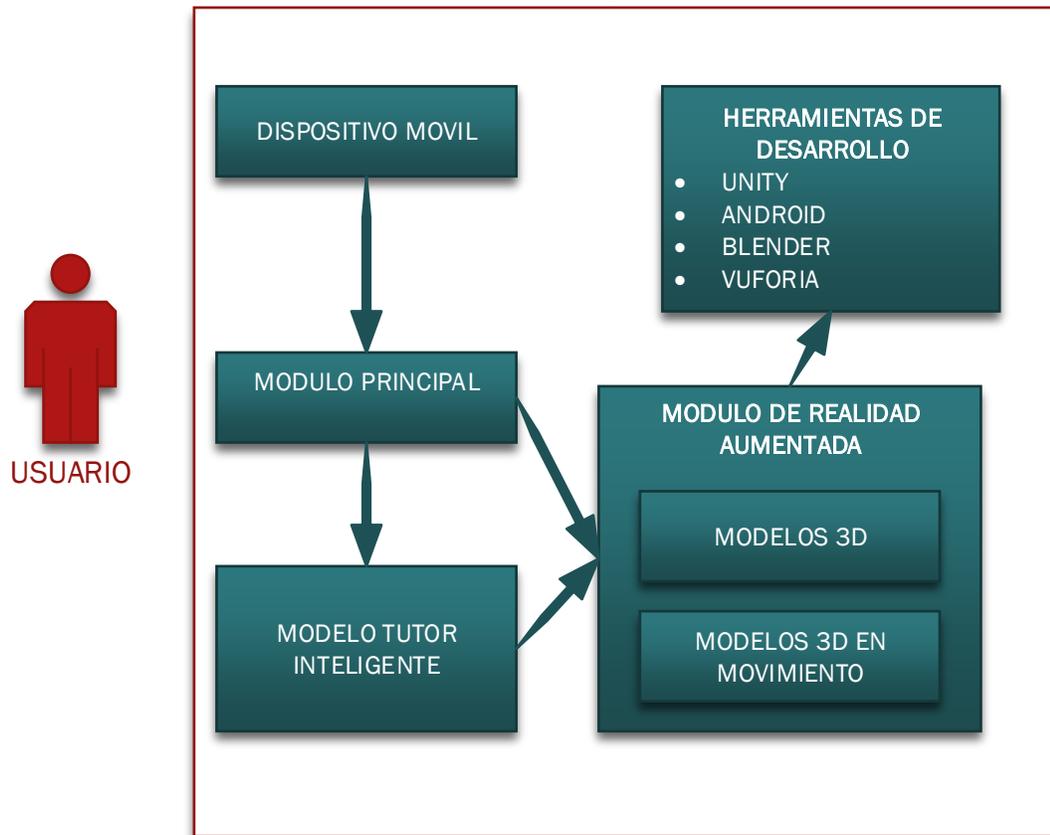
Hardware requerido para la construcción del sistema tutor:

- La aplicación funcionara en dispositivos móviles (smartphones y tablets). Para que el proceso de realidad aumentada sea llevado a cabo debidamente y la aplicación funcione, ser necesario el siguiente hardware:
- Cámara trasera con resolución preferible mayor a 3 pixeles.
- Parlantes o altavoces.
- Memoria RAM mínima de 512 Mb.
- Al menos 200 Mb De memoria de almacenamiento.

b) ESTABLECER LA ARQUITECTURA DEL SOFTWARE

Esta arquitectura también se puede contemplar en la figura 12 ya que ambos son muy parecidos para desarrollar el producto final.

Figura 16 Arquitectura de Software
Fuente: (Elaboración Propia)



- ✓ **Modulo principal:** Corresponde al módulo que incluye el menú principal y algunas opciones adicionales. Mediante este módulo se accede al módulo de realidad aumentada y el tutor inteligente.
- ✓ **Módulo de realidad aumentada:** Este módulo se encargará de realizar el proceso de la realidad aumentada a partir cuando se ejecute en ella.
- ✓ **Modulo tutor inteligente:** Este módulo se encargará en la evaluación del estado físico de la persona.
- ✓ **Herramienta de desarrollo:** Las herramientas elegidas para la creación de la aplicación.

c) ELABORAR EL DISEÑO EDUCATIVO

Modulo educativo: Se definen el objetivo terminal y los subobjetivos, y en base a estos se establecen las tareas de aprendizaje apegadas al tipo de modelo educativo.

Tabla 20 Subobjetivo 1
Fuente: (Elaboración propia)

Nombre del requerimiento		Módulo 1		Número		1	
Tipo	Descriptivo	X	Gráfico	X	Numérico	Sonoro	X
Objetivo de aprendizaje asociado				SubObjetivo 1			
Objetivo del software educativo:							
❖ Proporcionar material relacionado con el módulo 1.							
❖ Dar la posibilidad de revisar la información sobre el módulo 1							
❖ Presentaciones de escena.							
❖ Presentar información.							
Relaciones				Conocimientos previo de módulo 1			
Flujo Normal:							
La aplicación muestra la información de la Parálisis Facial sobre el módulo 1.							

Tabla 21 Subobjetivo 2
Fuente: (Elaboración propia)

Nombre del requerimiento		Módulo 2		Número		2	
Tipo	Descriptivo	X	Gráfico	X	Numérico	Sonoro	X
Objetivo de aprendizaje asociado				SubObjetivo 2			
Objetivo del software educativo:							
❖ Proporcionar material relacionado con el módulo 2.							
❖ Dar la posibilidad de revisar la información sobre el módulo 2							
❖ Presenta modelos de animación en 3D para los ejercicios faciales.							
Relaciones				Conocimientos previo de módulo 2			
Flujo Normal:							
La aplicación presenta una los modelos de realidad aumentada.							

Tabla 22 Subobjetivo 3
Fuente: (Elaboración propia)

Nombre del requerimiento		Módulo 3		Número		3	
Tipo	Descriptivo	X	Gráfico	X	Numérico	Sonoro	X
Objetivo de aprendizaje asociado				SubObjetivo 3			
Objetivo del software educativo:							
❖ Proporcionar material relacionado con el módulo 3.							
❖ Dar la posibilidad de revisar la información sobre el módulo 3							
❖ Representa los ejercicios con la realidad aumentada.							
Relaciones				Conocimientos previo de módulo 4			
Flujo Normal:							
La aplicación presenta los modelos 3D se presenta en el módulo 2.							

Tabla 23 Subobjetivo 4
Fuente: (Elaboración propia)

Nombre del requerimiento		Módulo 4		Número		4	
Tipo	Descriptivo	X	Gráfico	X	Numérico	Sonoro	X
Objetivo de aprendizaje asociado				SubObjetivo 4			
Objetivo del software educativo:							
❖ Proporcionar material relacionado con el módulo 4.							
❖ Dar la posibilidad de revisar la información sobre el módulo 4							
❖ Muestra la serie de ejercicios fisioterapéuticos en escena en modelos 3D							
Relaciones				Conocimientos previo de módulo 4			
Flujo Normal:							
La aplicación muestra la en realidad aumentada que se presenta en el módulo 3.							

d) ELABORAR EL DISEÑO DE COMUNICACIÓN GENERAL DEL PRODUCTO

Modelo de interfaz:

El diseño de la interfaz es de mucha importancia ya que con ella se logra la comunicación entre usuario final y el software. Tendremos dos tipos de interfaz de usuario: interfaz Usuario e interfaz administrador. Ambos interfaces tienen el mismo diseño de interfaz, solo que el de administrador cuenta con más privilegios.

3.3.1.3 FASE DE PLAN DE ITERACIONES

Una vez identificados los requisitos a cubrir se procede a analizar cuantos subproductos funcionales pueden producirse de modo que puedan liberar partes operativas del prototipo final, con el objetivo de llevar un mejor control en el desarrollo.

a) DISEÑAR LAS ITERACIONES DE FORMA QUE LAS VERSIONES EJECUTABLES CUBRAN OBJETIVOS DIDÁCTICOS BIEN PLANEADOS DE ACUERDO A LA SECUENCIA DE TEMAS.

Plan de iteraciones: Se divide el desarrollo en iteraciones, cuidando de que cada iteración cubra requisitos y objetivos educativos completos.

Se dividió el desarrollo en tres iteraciones en base de uso general planteado anteriormente y a los requerimientos que aumenten los mismos, cuidando que cada una de la iteración cubre los requisitos y objetivo completos.

Tabla 24 Iteración 1

Fuente: (Elaboración propia)

Nro. ITERACIÓN	DESCRIPCIÓN
ITERACIÓN 1	Módulo de usuario Implementar los casos de uso del usuario. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Visualizar modelos 3D ➤ Ver información sobre la Parálisis Facial.

Tabla 25 Iteración 2

Fuente: (Elaboración propia)

Nro. ITERACIÓN	DESCRIPCIÓN
ITERACIÓN 2	Módulo de dominio Implementar los casos de uso: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mostrar modelos 3D ➤ Apoyar la etapa de fisioterapia.

Tabla 26 Iteración 3

Fuente: (Elaboración propia)

Nro. ITERACIÓN	DESCRIPCIÓN
ITERACIÓN 3	Módulo de tutor. Implementar los casos de uso: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Usuario realiza una evaluación

b) PRIORIZAR LAS ITERACIONES, DE MODO QUE LAS QUE CONTIENEN CONOCIMIENTOS BÁSICOS QUE SE REQUIEREN COMO BASE PARA APRENDIZAJES POSTERIORES SE EJECUTEN PRIMERO

Lista de iteraciones priorizadas: Ordenar las iteraciones programadas de forma lógica de acuerdo a los contenidos.

Tabla 27 Orden de Iteraciones
Fuente: (Elaboración propia)

ORDEN DE ITERACIONES		
1ra ITERACIÓN	2da ITERACIÓN	3ra ITERACIÓN
Módulo de usuario Implementar los casos de uso del usuario. ➤ Visualizar modelos 3D ➤ Ver información sobre la Parálisis Facial.	Módulo de dominio Implementar los casos de uso: ➤ Mostrar modelos 3D ➤ Apoyar la etapa de fisioterapia.	Módulo de tutor. Implementar los casos de uso: ➤ Usuario realiza una evaluación

3.3.2 ETAPA DE DESARROLLO

En la etapa de desarrollo se tienen: la fase de diseño computacional, en la que se realizará un diseño computacional detallado de un incremento del software; la fase de desarrollo, durante la cual se implementa la arquitectura en forma incremental (iteración por iteración); la fase de despliegue, y el modelo de Realidad Aumentada para la etapa de Fisioterapia en pacientes con Parálisis Facial que se muestran en la figura 12 donde se realiza la transición del producto ejecutable al usuario final.

3.3.2.1 FASE COMPUTACIONAL

Para cada iteración se debe elaborar el diseño computacional detallado, de modo que sirva como base para el desarrollo.

a) REALIZAR EL PLAN DE TRABAJO DE LA ITERACIÓN

Plan de trabajo: Se determinan las tareas que se realizarán en el diseño del prototipo, se asignan a los miembros de equipo y se calendariza.

Tabla 28 Calendario de Iteraciones
Fuente: (Elaboración propia)

Nro ITERACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN	RESPONSABLE
ITERACION 1	04/03/2018	4/30/2018	Viviana Isabel Rojas Rivero
ITERACION 2	4/30/2018	3/05/2018	Viviana Isabel Rojas Rivero
ITERACION 3	3/05/2018	28/05/2018	Viviana Isabel Rojas Rivero

b) ELABORAR DISEÑO COMPUTACIONAL

Modelo de diseño: Se detalla el diseño a través de la descripción de clases o métodos; para desarrollos se requieren bases de diccionario de datos, pero en este caso solo utilizaremos la base de conocimientos que presenta el agente inteligente.

Para el diseño de agentes inteligentes se consideran los siguientes aspectos:

- **Base de Conocimientos:** El análisis para la construcción de la base de conocimientos, se define el dominio de la aplicación, pero en este caso será tomada en cuenta solo si la persona realiza los ejercicios fisioterapéuticos, a su vez presenta la información con presentes preguntas para el usuario.
- **Motor de inferencia:** Presenta la traducción de un lenguaje de representación de conocimiento, es decir se convierte en percepciones recibidas por el agente con una lista de categorías.

El algoritmo para la presentación de conocimiento es:

*Figura 17 Algoritmo de Conocimiento
Fuente: (Elaboracion Propia)*

```
IF usuario (accede_aplicacion) then
    Captura Marcador
    Ingresa
    Accede a la Información
    Lee Informa
    Habilita Modelo 3D
        IF usuario (accede_a _ los_modelos) then
            Habilita Movimiento
            Realiza los ejercicios
            IF usuario(termina los
ejercicios)then
                Rutina realizada
            Else
                Rutina incompleta
        Else
            Error de realidad aumentada
Else
    Error de marcador
```

c) **REFINAR EL DISEÑO DE NAVEGACIÓN**

Modelo de navegación: Diseña los caminos de navegación específicas para los elementos de la iteración en desarrollo.

*Figura 18 Diagrama para el boton Inicio
Fuente: (Elaboracion Propia)*



*Figura 19 Diagrama Boton Informacion
Fuente: (Elaboracion Propia)*

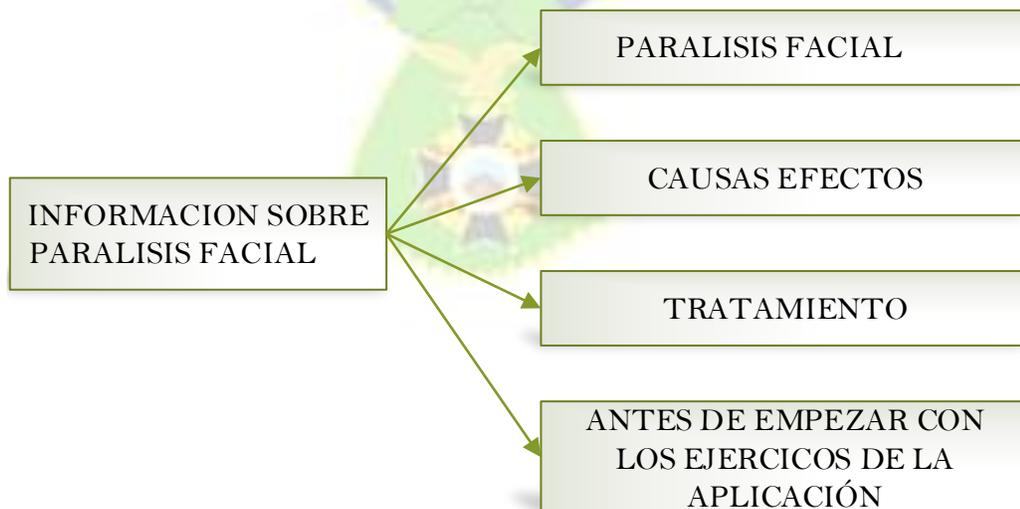
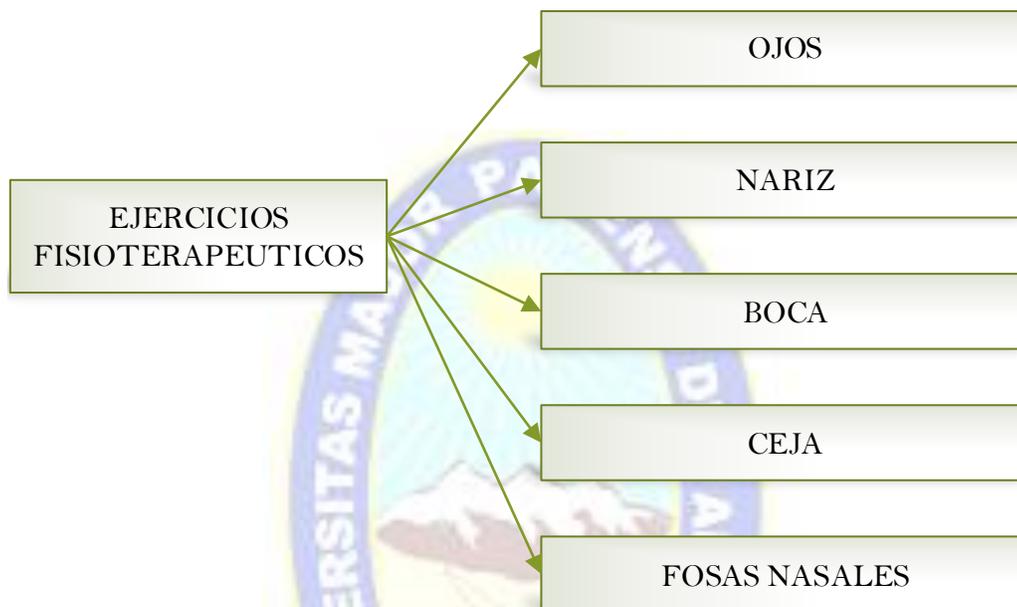


Figura 20 Diagrama Boton Ejercicios
Fuente: (Elaboracion Propia)



d) **REFINAR EL PROTOTIPO**

Modelo de interfaz usuario: desarrollar las pantallas específicas para los elementos de la iteración en desarrollo.

3.3.2.2 FASE DE DESARROLLO

En esta fase se desarrolla el producto, implementando la arquitectura de manera que se obtiene una versión del prototipo lista para que sea utilizada por los usuarios finales.

e) **DESARROLLAR LOS COMPONENTES**

Modelo de desarrollo: Determinar los componentes a desarrollar y documentarlos.

- **Uso de colores fuertes y claros:** Se eligieron colores como el negro, azul, celeste, rojo y blanco, en tonos que son llamativos para el usuario.
- **Selección de iconos:** Los iconos son botones que realiza un mejor uso en la interfaz de la aplicación.

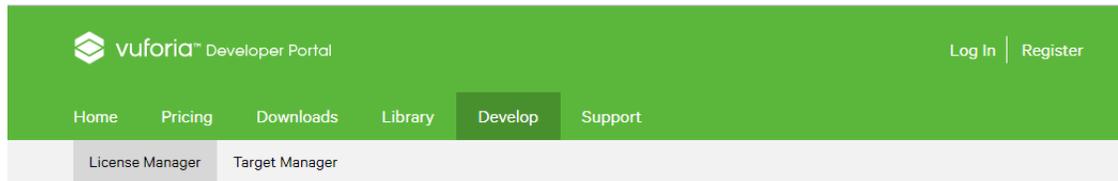
Creación de los marcadores: Se crearon los marcadores según sus características que se muestra en la figura xx que se tomaron en su diseño:



*Figura 21 Diseño de marcador, según el tipo de Ejercicio
Fuente: (Elaboración Propia)*

1. En la parte superior de la izquierda se tendrá el logotipo de la UMSA.
2. En la parte inferior se dispone las instrucciones de entrenamientos que el usuario debe realizar.
3. En la parte superior de la derecha es el logo de la aplicación.
4. En la parte central se presenta la imagen según el tipo de entrenamiento que se realizará

Para que los marcadores sean reconocidos por el prototipo, se debe hacer uso de Target Manager (administrador de marcadores) disponible en la plataforma web de Vuforia, en cual permite subir en formato ya sea png o jpg, las imágenes deben ser reconocidas como marcadores y luego descargarlo e importarlos en la plataforma de Unity.



License Manager > firs

firs [Edit Name](#) [Delete License Key](#)

License Key [Usage](#)

Please copy the license key below into your app

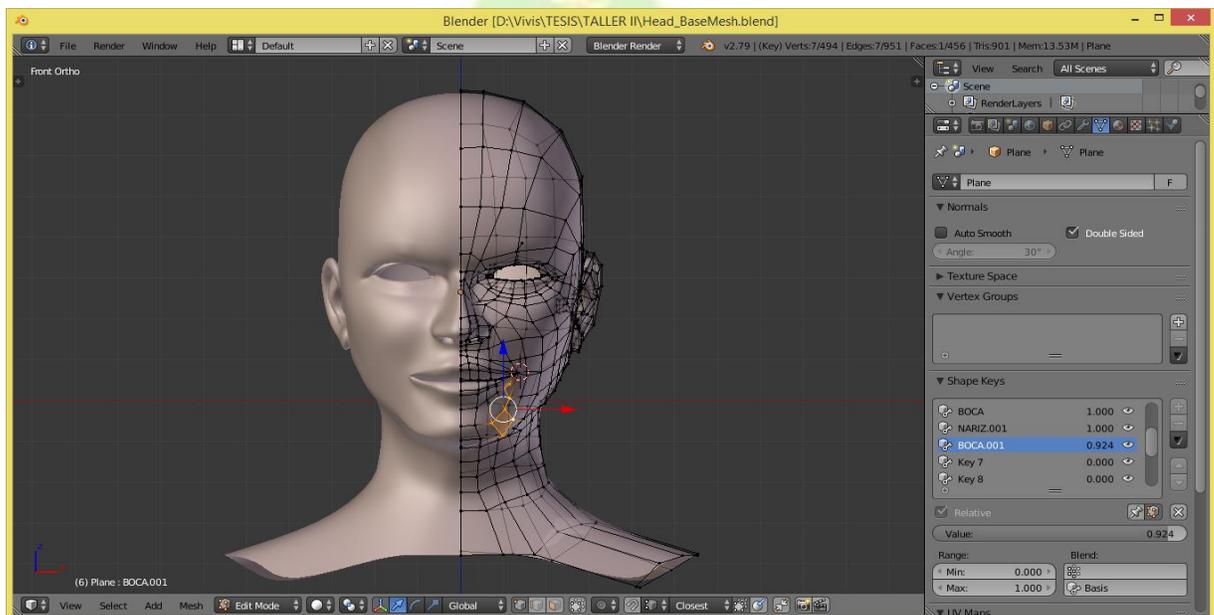
```
AZR5i2r/////AAAAMTaKpQKDVUN7lFMJaa+j5sROsQ4tMu0DMrFK
VbHuo8cAhGN4TeI4ZekzATjRF4n7dlRv9n5yo+47bADli5psZZ2AT
tIGi4eSeikI1qLn2h+IGCcXTGm3RbAPNzZgkDrNvk+JTSXvcNRf
p/MLCjKLq4YebxmTFXf0ip278Hs5stgZodNMias2vnwE0htCqxZ+
707e3sKmrLniGg2pZooMITW+V94Up0laf2UkPdD37CEjtcQ1/CMP
1dxxfEcyH1PWT78hJmmlrH7e8enKIYaUnV8HkG6iXb432kYdCEyS
xzFwnlCyj62wusBMxkzqQ/YAJ9p2ziJo0HzqoX/F4sklC9IBVJTP
A1KzJf8WVZwkD2gOX
```

Type:

*Figura 22 Target Manager, pagina web de Vuforia.
Fuente:(Página oficial de Vuforia, s.f.)*

En la plataforma Blender se diseña la cabeza humana, en la cual se puede modelar los diferentes gestos de una persona, rostro, y todas las formas físicas, e incluso vestimenta.

A partir de aquí se va a desarrollar todos los modelos de gestos humanos en 3D.

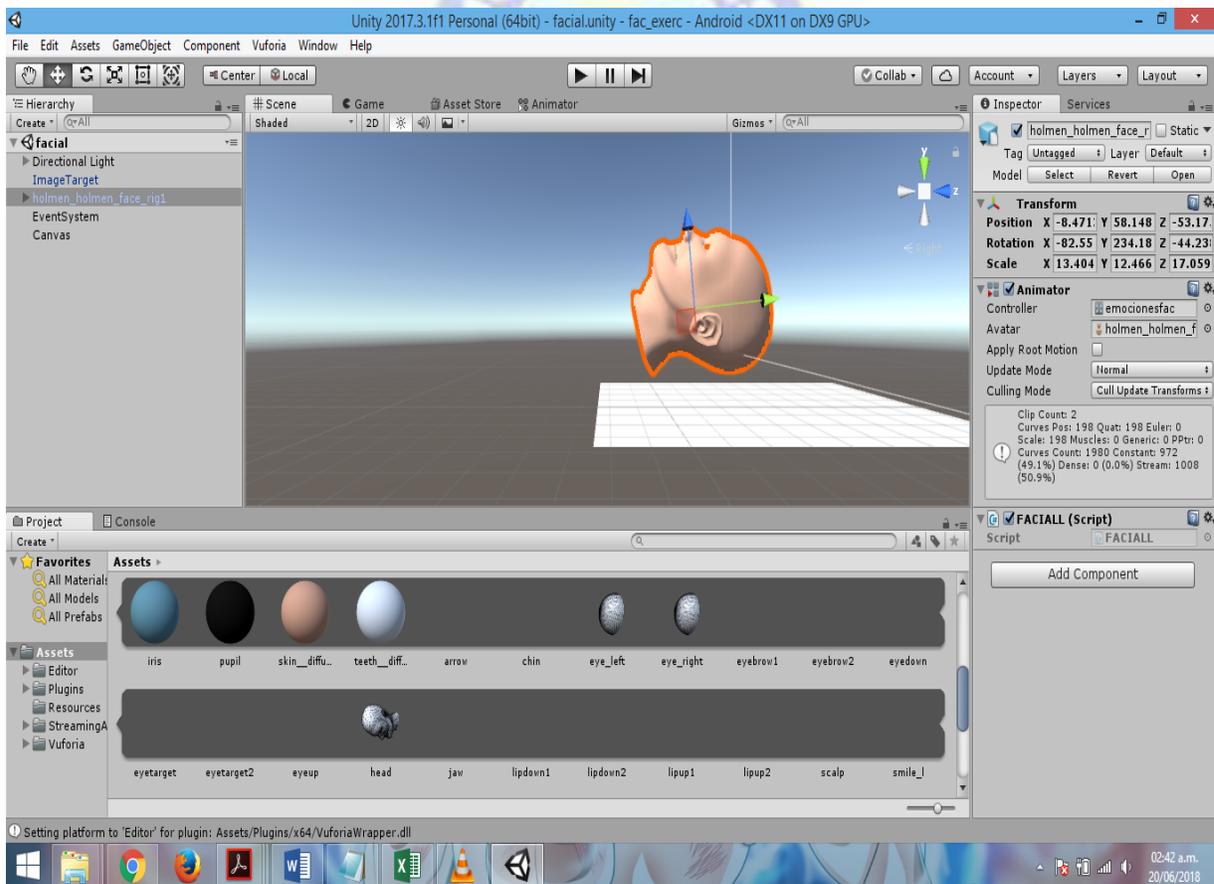


*Figura 23 Modelado de rostro en Blender
Fuente:(Elaboración propia.)*

En el Blender modelamos los diferentes gestos que son los ejercicios fisioterapéuticos que la persona debe realizar en la etapa de parálisis facial.

Después de completar un personaje, es necesaria una forma de manipularlo para poder animarlo o simplemente posicionarlo de cierta forma, y es ahí donde el aparejo entra en escena, a este proceso se lo conoce como “rigging”.

Luego el proyecto se exporta a Unity, exportando la escena de Vuforia.



*Figura 24 Creación de Realidad Aumentada
Fuente: (Elaboración propia.)*

Después activamos la animación para Unity y las escenas con un script en el código principal, ya que Blender no exporta automáticamente.

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5  public class FACIALL : MonoBehaviour {
6
7      // Use this for initialization
8      void Start () {
9
10     }
11
12     // Update is called once per frame
13     void Update () {
14
15     }
16     public void EMPEZAR(bool EMPEZAR)
17     {
18         if (EMPEZAR)
19         {
20             GetComponent<Animator>().SetBool("EMPEZAR", true);
21         }
22         else
23         {
24             GetComponent<Animator>().SetBool("EMPEZAR", false);
25         }
26     }
27 }

```

Figura 25 Script de la animación.
Fuente:(Elaboración propia.)

Una vez generado el archivo apk que en este caso será llamado Fac_Exercse podrá intalar en nuestros celulares y se veracomo en la Figura26

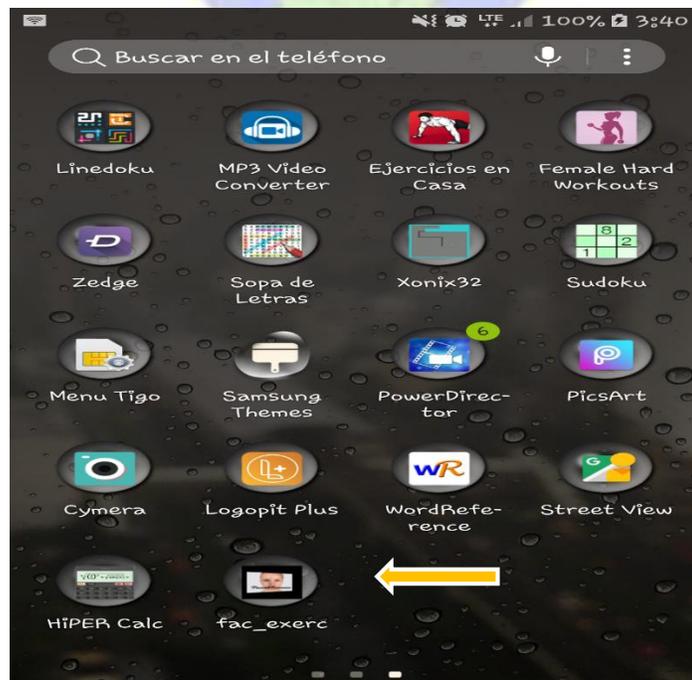


Figura 26 APK Generada
Fuente:(Elaboración propia.)

A continuación, se describen las interfaces:

Pantalla de inicio (splash screen): Es la primera interfaz visible, mostrara el nombre de la aplicación su logo algún concepto gráfico y la versión actual del software.



Figura 27 Mockup de la pantalla de inicio
Fuente: (Elaboración propia)

Menú principal: Una vez finalizada la carga de la aplicación, se mostrará el menú principal con cuatro botones.

- **Botón “Empezar”:** Permitirá cambiar el menú de actividades.
- **Botón “Información acerca de la Parálisis Facial”:** Este botón tendrá acceso a la información relevante acerca del padecimiento y como mejorarla día a día.
- **Botón “Créditos”:** Permitirá acceder la información del desarrollador.
- **Botón “Salir”:** Permitirá salir de la aplicación.



Figura 28 Mockup de menú principal
Fuente:(Elaboración propia)

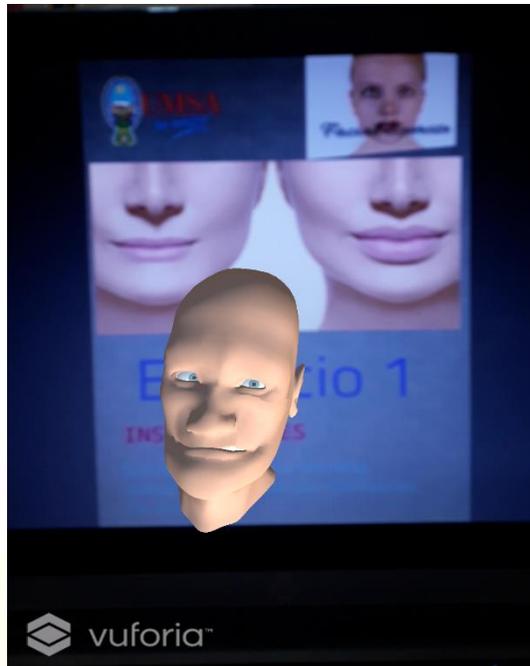


Figura 29 Mockup de la interfaz de realidad aumentada con el marcador
Fuente:(Elaboración propia)

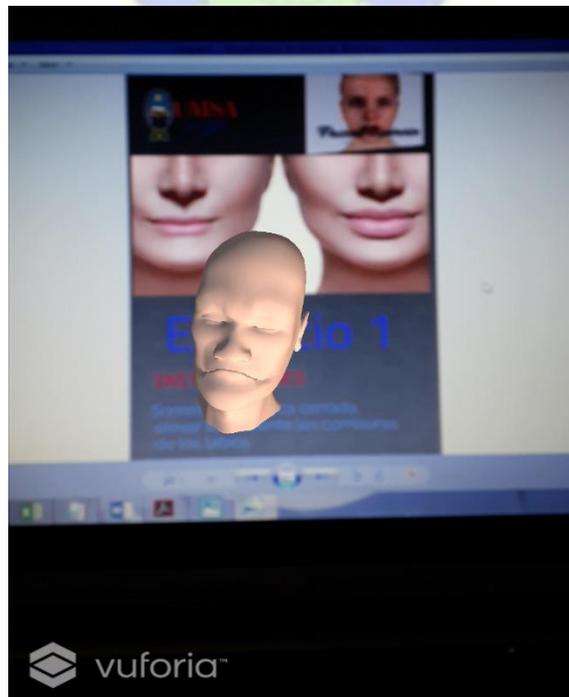


Figura 30 Mockup de la interfaz de realidad aumentada con el marcador 2
Fuente:(Elaboración propia)

CAPITULO IV

EVALUACION DE RESULTADOS

4.1 INTRODUCCION

Después de la construcción del prototipo, la hipótesis planteada en el primer capítulo “La implementación de un modelo de una aplicación con realidad aumentada y agente inteligente ayuda con un 95% de nivel de confianza a los pacientes que sufren Parálisis Facial en la etapa de fisioterapia en el desarrollo de los diferentes ejercicios faciales para estimular el movimiento de los nervios afectados.” se realiza la fase experimental de la investigación el cual consiste en desarrollar un plan para obtener información para alcanzar el objetivo.

4.2 DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS

Se procede a realizar la prueba de hipótesis con el método de T-Student, para la cual se tienen los datos de las personas que padecen y una que padeció Parálisis Facial. El estudio se realizará considerando dos grupos de personas, cada uno esto conformado de 10 personas:

- **Grupo experimental:** Está conformado por las personas que han utilizado la aplicación, pero no tenían un buen conocimientos sobre los ejercicios en la etapa de fisioterapia.
- **Grupo de control:** Está conformado por las personas que han utilizado la aplicación y ya tenían conocimiento sobre sobre los ejercicios en la etapa de fisioterapia.

PERSONAS CON EL PADECIMIENTO	CALIFICACION
1	70
2	80
3	67
4	75
5	65
6	43
7	59
8	48
9	89
10	71

*Tabla 29 Resultados del grupo experimental
Fuente:(Elaboración propia)*

PERSONAS CON EL PADECIMIENTO	CALIFICACION
1	84
2	89
3	77
4	80
5	84
6	61
7	70
8	65
9	78
10	63

*Tabla 30 Resultados del grupo de control
Fuente:(Elaboración propia)*



*Figura 31 Resultados
Fuente:(Elaboración propia)*

Se procederá a calcular el valor de t mediante la fórmula d T-Student.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Dónde:

\bar{x}_1 : Es la media del grupo experimental

\bar{x}_2 : Es la media del grupo de control.

S_1^2 : Es la desviación estándar del grupo experimental.

S_2^2 : Es la desviación estándar del grupo control.

n_1 : Tamaño de muestra del grupo experimental

n_2 : Tamaño de muestra del grupo control

$\alpha = 0.05$ (Nivel de Confianza)

La media aritmética se calcula mediante la siguiente formula:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

La desviación estándar se calcula con la siguiente formula.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_1 - x_2)^2}{n}}$$

Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

$$\bar{x}_1 = 66.7$$

$$\bar{x}_2 = 75.1$$

$$S_1^2 = 13.21$$

$$S_2^2 = 9.28$$

$$n_1 = 10$$

$$n_2 = 10$$

Reemplazando los datos se tiene:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{66.7 - 75.1}{\sqrt{\frac{(13.21)^2}{10} + \frac{(9.28)^2}{10}}}$$

$$t = -1.64$$

Los grados de libertad es $gl = (10+10)-2=18$

Posteriormente se busca en la tabla de distribución t-student (ANEXO) la columna “gl” con un nivel de confianza de 0.05 (que significa que los grupos difieren significativamente en un 95%, habiendo un 5% de posibilidad de error). Teniendo en cuenta que tenemos $t_{(0.05,18)} = 1,734$

Como $t < t_{(0.05,10)}$ Es decir $-1.64 < 1,734$ entonces no se rechaza la hipótesis.

Existe suficiente evidencia para aceptar la hipótesis. Por lo tanto, La implementación de un modelo de una aplicación con realidad aumentada y agente inteligente ayuda con un 95% de nivel de confianza a los pacientes que sufren Parálisis Facial en la etapa de fisioterapia en el desarrollo de los diferentes ejercicios faciales para estimular el movimiento de los nervios afectados.



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- Se logró realizar el análisis y desarrollar un Modelo con la realidad aumentada aplicando la Metodología de Ingeniería de software Educativo (MeISE), con cada una de sus fases que permitió el desarrollo del prototipo.
- Se logró ayudar a los usuarios que en este caso son las personas que sufren parálisis facial.
- La aplicación tuvo un alto grado de aceptación por parte de los Fisioterapeutas.
- Se logró demostrar la hipótesis, que La implementación de un modelo de una aplicación con realidad aumentada y agente inteligente ayuda con un 95% de nivel de confianza a los pacientes que sufren Parálisis Facial en la etapa de fisioterapia en el desarrollo de los diferentes ejercicios faciales para estimular el movimiento de los nervios afectados.

A continuación, se hace el cierre de los objetivos específicos:

- Se diseñó una arquitectura para el funcionamiento de la aplicación.
- Se diseñó una interfaz de usuario simple y amigable.
- Se diseñaron todos los modelos 3D que serán mostrados mediante la realidad aumentada.
- Se representaron los ejercicios fisioterapéuticos con la realidad aumentada.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer el uso de la tecnología de realidad aumentada para aplicaciones altamente interactivas.
- Se recomienda implementar conexión entre los usuarios para compartir experiencias vividas a lo largo del padecimiento y el uso de la aplicación.
- Se recomienda crear un somatotipo diferente dependiendo del sexo del usuario.

- Se recomienda crear un sensor de movimiento para las personas que tengan la Parálisis de Bell.
- Implementar información de establecimientos o clínicas de Fisioterapia para que los pacientes tengan donde acudir si no saben del tratamiento de la Parálisis Facial.
- Implementar la aplicación en otros idiomas.
- Implementar una interacción entre el usuario y el modelo 3D.
- Implementar voz artificial en la aplicación.



FUENTES DE INFORMACION

Abril Redondo Daniel (2004). *Realidad Aumentada*. Universidad Carlos III de Madrid Leganés.

Abud Figueroa María A. (2009). *Metodología de Ingeniería de Software Educativo*. Revista Internacional de Educación en Ingeniería. Volumen 2 (No 1). 1-9. Recuperado el 15 de noviembre de 2015, de <http://www.academiajournals.com/revista-ed-en-ing/>

Aracil Javier, (1997). *Dinamica de sistemas*, Madrid

Bertalanffy, Ludwing von. (1968) *Teoría general de sistemas*. New York: George Brasilier

Brusilovsky, P. (1999) “*Adaptive and Intelligent Technology for Web-based Education*”. Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching, *Künstliche Intelligenz*, 4, 19-25.

Burton, R. (1988) “*The Environmental Module of Intelligent Tutoring Systems*”. En M. C. Polson & J. J. Richardson (eds.), *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*.

CARBONELL, JR. (1970). *Inteligencia Artificial aplicada a la instrucción asistida por computadora*. IEE Transformación de sistemas hombre máquina.

Choque (2013). *Creación De Una Aplicación De Realidad Aumentada Web (Tesis De Grado)*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

Corchado Juan, (2005) *Modelos y Arquitecturas de Agente*, enero 2005.

Coronel (2017). *Tutor Inteligente con Realidad Aumentada para desarrollar el incremento de la masa muscular con entrenamientos y alimentación (Tesis De Grado)*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

Cruz (2016). *Tutor Inteligente para la Enseñanza de la Lectura y Escritura para niños sordos (Tesis de Grado)*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

De Melo, (2011) Blog de Noemi De Melo, publicado en 11 Julio 2011 noemi.de.melo.over-blog.es/article-que-agentes-inteligentes-que-tipos-hay-85905003.html (Fecha Consulta, 11-11-

2017)

Fisioterapia online, (2013) Parálisis Facial. Causas, Síntomas y Tratamiento en Fisioterapia <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/paralisis-facial-que-es-causas-sintomas-y-tratamiento-en-fisioterapia>

Galvis, A. (1992). *Ingeniera de Software Educativo* 2da Edición 300pp.

Gonzales J. (Tutor). (2011). *Realidad aumentada* [video tutorial]. España Video2Bain.

González, S. (2004). “*Sistemas Inteligentes en la Educación: Una Revisión de las Líneas de Investigación y Aplicaciones Actuales*”, RELIEVE: v. 10, n. 1, p. 3-22.

Hipota, Vargas (2009) *El Profesional de la Información*, Revista Internacional Científica y Profesional; Pedro Hipota y Benjamin Vargas. <http://www.ati.es/novatica/2000/145/vjulia-145.pdf> http://www.elprofesionalde lainformacion.com/contenidos/1999/abril/agentes_inteligentes_definicion_y_tipologia_los_agentes_de_informacion.html

López Pombo Héctor (2010). Análisis y desarrollo de sistema de realidad aumentada

Millán, E. (2000) “Sistema Bayesiano para Modelado del Alumno” (Tesis Doctoral) Universidad de Málaga, España.

Monroy (2016) *Sistema Tutor Inteligente para el Aprendizaje de Desarrollo de Aplicaciones Android (nivel básico)* (Tesis de Grado). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

Muñoz (s.f.) *Tratamiento de la Parálisis Facial en Medicina, Fisioterapia y Acupuntura* (Fisioterapeuta en Centro Philes, N°1264) Colegio Fisioterapeutas Madrid.

Ochoa A., Vazquez R., Afonzo R. (2011) *El Registro Medico en la Evaluación de La Parálisis en un Centro de Rehabilitación* (Tesis Doctoral) Cuba: Hospital Universitario “Amalia Simoni Argilagos” Servicio de Medicina Física y Rehabilitación

Parra, E (2011) Propuesta de metodología de desarrollo de software para objetos virtuales de aprendizaje -MESOVA-1, “*Revista Virtual Universidad Católica del Norte*” (No. 34), 120-122, <http://revistavirtual.ucn.edu.co/>

Pedrozo (2012). *Sistemas Operativos en Dispositivos Móviles* (Monografía) Universidad Nacional del Nordeste.

Ramirez (2011): *Métodos Para El Desarrollo De Aplicaciones Móviles*. Universidad Oberta de Cataluña.

Reyes, M. (2007). *Metodologías para el desarrollo de software educativo*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Recuperado de: <http://repository.uaeh.edu.mx/bistream/handle/123456789/10682/Metosologias%20software%20educativo.pdf?sequence=1>

Salazar Álvarez I. (2013): *Diseño E Implementación De Un Sistema Para Información Turística Basado En Realidad Aumentada*: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Self, J. (1990) “*Bypassing the Intractable Problem of Student Modeling*”. En C. Frasson & G. Gauthier (eds.), *Intelligent Tutoring Systems: At the Crossroads of Artificial Intelligence and Education*. New Jersey: Ablex.

Sommerville Ian, (2005). *Ingeniería del software*. Séptima versión. Madrid.

Terapiafisica (2017, septiembre). Parálisis Facial <http://www.terapia-fisica.com/paralisis-facial/>

Valdez Alvarado Aldo (2016). *Agentes móviles*. Universidad Mayor de San Andrés

V. Julián, V. Botti (1999) Dpto.Sistemas Informáticos y Computación Universidad Politécnica de Valencia

PÁGINAS CONSULTADAS

Página oficial de blender (s.f.). Recuperado de <https://www.blender.org/>

Página oficial de Vuforia (s.f.). Recuperado de <https://developer.vuforia.com/>

Página oficial de Unity (s.f.). Recuperado de <https://unity3d.com/es/getunity/download/archive>

ANEXOS

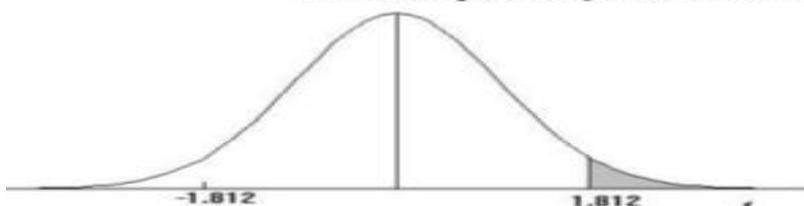
ANEXO A: MODELO DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA ETAPA DE FISIOTERAPIA EN PACIENTES CON PARALISIS FACIAL

PREGUNTAS	MUCHO	POCO	NADA
¿Te gusto la aplicación?			
¿La Aplicación te ayudo en la realización de tus ejercicios?			
¿Te parece una herramienta útil?			

ANEXO B: T DE STUDENT

TABLA 2: DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT

Puntos de porcentaje de la distribución t



Ejemplo

Para $\phi = 10$ grados de libertad:

$$P[t > 1.812] = 0.05$$

$$P[t < -1.812] = 0.05$$

α r	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	336,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,889
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290



**D
O
C
U
M
E
N
T
O
S**

Aval del Tutor y Aval de Asesor.